



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

INCIDENCIA DEL OPERADOR MIXER EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Memoria para optar al
Título de Ingeniero Constructor

CHRISTIAN RODRIGO GAMONAL TORRES

Profesor Guía: Sr. Nicolás Moreno S.

Santiago – Chile

Septiembre, 2013

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos Herbert e Ingrid, por su apoyo y confianza incondicional en este proceso.

A mis amigos, por la ayuda prestada en cada instante en que los necesite.

A Karina que siempre me dio una palabra de aliento cuando la necesite.

Y en especial a una gran persona, que me enseñó a amar esta profesión desde mi niñez, mi Abuelo Humberto Torres S.

A todos ellos muchas gracias, los quiero....

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesionales y trabajadores de las empresas visitadas por su tiempo y ayuda desinteresada:

Francisco Reyes V, Jefe de Planta
Ready Mix Quilicura

Rodrigo Olea F, Monitor Besalco
Maquinarias Planta Quilicura

A mi profesor Guía Sr. Nicolás Moreno
S. por su tiempo y apoyo

A todos quienes de alguna u otra forma
estuvieron conmigo y me ayudaron a
finalizar con éxito este proceso.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Historia y Evolución del Hormigón Premezclado.....	5
2.2 Plantas Hormigoneras en Chile.....	6
2.3 Producción de Hormigón Premezclado	10
2.3.1 Comercialización	11
2.3.2 Producción.....	12
2.3.2.1 Programación.....	12
2.3.2.2 Despacho	12
2.3.2.3 Fabricación de Hormigón Premezclado	13
2.3.3 Transporte	14
2.3.4 Descarga	15
2.4 Aditivos Ocupados en la Elaboración y Transporte del Hormigón	15
2.4.1 Plastificantes o Reductores de Agua	16
2.4.2 Incorporadores de Aire	17
2.4.3 Aditivos Aceleradores	18
2.4.4 Aditivos Retardadores	20
2.4.5 Superplastificantes	20
2.4.6 Adición Microsílice	21
2.4.7 Aditivos Colorantes (Pigmentos).....	21
2.5 Ensayos y Controles de Calidad en Planta Hormigonera.....	22
2.5.1 Inspección Visual.....	22
2.5.2 Inspección por ensayos	23
2.5.2.1 Áridos.....	23
2.5.2.2 Cemento.....	25
2.5.2.3 Hormigón fresco.....	26
2.6 Ventajas y Desventajas del Hormigón Premezclado.....	31
2.6.1 Ventajas del Hormigón	32
2.6.1.1 Producción con buena Tecnología.....	32

2.6.1.2	Buen Control	32
2.6.1.3	Costos	33
2.6.1.4	Bajo riesgo para el comprador	34
2.6.2	Desventajas del hormigón premezclado	35
2.6.2.1	Dificultad de programación.....	35
2.6.2.2	Volúmenes pequeños	36
2.6.2.3	Desconfianza de volumen	36
3.	METODOLOGÍA	38
3.1	Planta Ready Mix Quilicura	38
3.2	Aditivos utilizados por Ready Mix.....	42
3.3	Procedimiento Operador Mixer	44
3.4	Conocimientos Teóricos del Operador	48
4.	DATOS, ANALISIS Y RESULTADOS.....	57
5.	CONCLUSIONES	67
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	70

RESUMEN

La finalidad de esta tesis es analizar el nivel de implicancia que tiene un operador mixer con el resultado final de las resistencias mecánicas, que tiene cada despacho que realiza. Para ello, se hizo un seguimiento a los operadores mixer de la planta Ready Mix Quilicura, recopilando datos sobre sus resistencias finales durante 6 meses.

Además, se evaluaron sus conocimientos sobre las características del hormigón y los aditivos que utilizan a diario, teniendo en cuenta el tiempo que llevan como operador mixer.

Llegando a concluir que los conocimientos y procedimientos sobre el hormigón son fundamentales, para que las resistencias finales no sean defectuosas, por lo que se debe capacitar, reforzar y actualizar los conocimientos y procedimientos constantemente.

SUMMARY

The purpose of this thesis is to analyze the implications level between an operator mixer and the final result of mechanical resistance, particularly in each delivery made. During six months, we planned, monitored and controlled a mixer operator from Ready Mix Quilicura's Company in order to collect data and to analyze the impacts on final resistances.

Additionally, the study evaluated concrete management program within the business organization. This included skills and knowledge, additive that are used diary as well as the specific characteristics of the concrete industry. Moreover, all these factors were analyzed considering the time that company has been working as mixer operator in the market and its performance achieved in the concrete industry.

Overall, the result of this study shows that specialized knowledge in concrete, solid understanding in the procedures applied in each mixer are fundamental to obtain an effective result on mechanical resistance. For this reason, it is important to train to workers and develop a concrete programs that allow strengthen knowledge and techniques in this field.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La industria del cemento en nuestro país se inicia en el año 1908, cuando Cemento Melón inicia el proceso productivo, en las últimas décadas el mercado ha experimentado una fuerte competencia, incrementado por la importación del cemento y de clínquer por parte de los participantes. Esto ha generado la necesidad por parte de los industriales de integración, ingresando en los mercados de los morteros pre dosificados y los hormigones premezclados.

La integración mencionada les ha permitido controlar el mercado llegando directamente a los usuarios.

Al fabricar hormigón premezclado en una planta, se debe tener en cuenta una serie de variables que influyen directamente en la resistencia mecánica, que es la propiedad más relevante del hormigón premezclado, es decir, elaborar un hormigón con la capacidad de soporte que el cliente requiere.

Entre todas las variables que afectan las propiedades y resistencia final del hormigón, se encuentra el factor humano, siendo ésta, una de las más trascendentales en el proceso de la industria del hormigón premezclado, debido a que en la plantas de hormigón se realizan variados controles sobre los materiales para la elaboración de este, se cuenta con una dosificación específica para cada uno de ellos, se realizan calibraciones a los equipos utilizados para que el producto final cumpla con las resistencias solicitadas

Cuando hablamos del factor humano nos referimos al Operador Mixer, esta variable se puede controlar a través de los conocimientos que se le otorgan, para realizar su operación. Los Operadores Mixer son los últimos en la línea de producción y despacho del hormigón y los que deben tener la capacitación correcta sobre sus propiedades y su manipulación.

El Operador Mixer es fundamental en la etapa de ajuste de cono antes que salga de la planta hormigonera, donde es controlado por personal de la planta, pero además en el momento antes de la descarga del hormigón, ya que este debe recuperar o levantar el cono para entregar el producto con las características que el cliente solicitó que se le despachara.

De ahí la importancia de la variable Humana, ya que estos ajustes se hacen de forma visual y por eso cabe formular nuestra pregunta de investigación.

Objetivo General

“Analizar la implicancia que tiene el Operador Mixer, a través de la experiencia y procedimientos que el realiza, en las Resistencias Mecánicas finales del hormigón que este ha transportado”

Objetivos Específicos

- Identificar las etapas de preparado del hormigón en la planta donde participa el Operador Mixer.
- Determinar las variables que modifican las Resistencias Mecánicas del Hormigón.
- Evaluar los conocimientos que tiene el Operador Mixer sobre el Hormigón Premezclado.
- Evaluar las Resistencias Mecánicas finales del Hormigón despachado por el Operador Mixer, en relación a las características solicitadas por el cliente.

La metodología que se utilizará, será hacer un seguimiento a un grupo de operadores mixer de una planta de hormigón premezclado, siendo esta la planta de Ready Mix Quilicura, en donde la empresa trabaja a través de un subcontratista, la empresa Besalco Maquinarias que aporta los camiones y el personal capacitado.

En este seguimiento se evaluarán los conocimientos sobre el hormigón y el procedimiento que hacen a diario, además de seguir la evolución de las resistencias mecánicas del hormigón que estos han transportados.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia y Evolución del Hormigón Premezclado

El hormigón premezclado, es un invento relativamente reciente, sucedido en 1903 en la ciudad de Hamburgo, Alemania, que revolucionó el desarrollo de la industria del hormigón y de la construcción, cuando el Ingeniero Juergen Hinrich Magens, hizo transportar el primer metro cúbico de hormigón, producido en una planta mezcladora estacionaria, en un vehículo especial tirado por caballos hacia una obra que estaba a 11 kilómetros. El inventor llamó al producto como hormigón transportado y recibió el registro de la patente, por parte de la oficina alemana de patentes.

La idea de transportar una mezcla de agregados, ligante y agua, en estado fresco, hacia una obra fue llevada a cabo por el Ingeniero Inglés Deacon, quien vislumbro las ventajas que ello traería; pero los alemanes convirtieron la idea en un hecho.

El Ingeniero Juergen Hinrich Magens comenzó con ensayos en la ciudad de Hamburgo y con la tecnología tradicional de los albañiles residentes al norte de Berlín, quienes transportaban en vehículos arrastrados por caballos, mortero premezclado de arena húmeda con cal hidratada (como mortero de Cal) hacia las obras dentro de la ciudad, esta acción la llevaban haciendo por más de 20 años y además, tenían conocimiento que el hormigón no fragua a temperaturas por debajo de cero grados centígrados, por ello comenzó con sus experimentos y llego a transportar hormigón a grandes distancias a través del ferrocarril y/o en carros tirados por caballos, esto lo hacía preparando y enfriando el hormigón antes de ser transportado hacia la obra de destino.

Poco después Magens, se dió cuenta que podía obtener el mismo resultado, almacenado los agregados a bajas temperaturas o mediante la aplicación de agua fría, para hacerlos descender a una temperatura menor, del medio ambiente y mantenerlos así durante cierto tiempo.

Por último 1906, Magens descubrió que el hormigón fresco, enfriado/vibrado, permite un transporte más largo y ese fue su descubrimiento más importante. El inventor consiguió por sus descubrimientos tres patentes, la última de ellas el 6 de Enero de 1907

Posteriormente, instaló 4 plantas mezcladoras de hormigón, las primeras de todo el mundo y tras una intensa labor de convencimiento de la bondad de los principios del uso del hormigón transportado, tanto al gobierno como a los industriales, el método fue empleado y los constructores empezaron a aprovechar el nuevo sistema.

2.2 Plantas Hormigoneras en Chile

El hormigón premezclado se inició en Chile el año 1961, con la colocación del primer hormigón premezclado en la Villa El Dorado. Desde entonces, esta industria ha ido creciendo y actualmente integran la Asociación Chilena de Empresas Productoras de Hormigón (ACHEPH), las que entregan sus servicios en diferentes puntos del país.

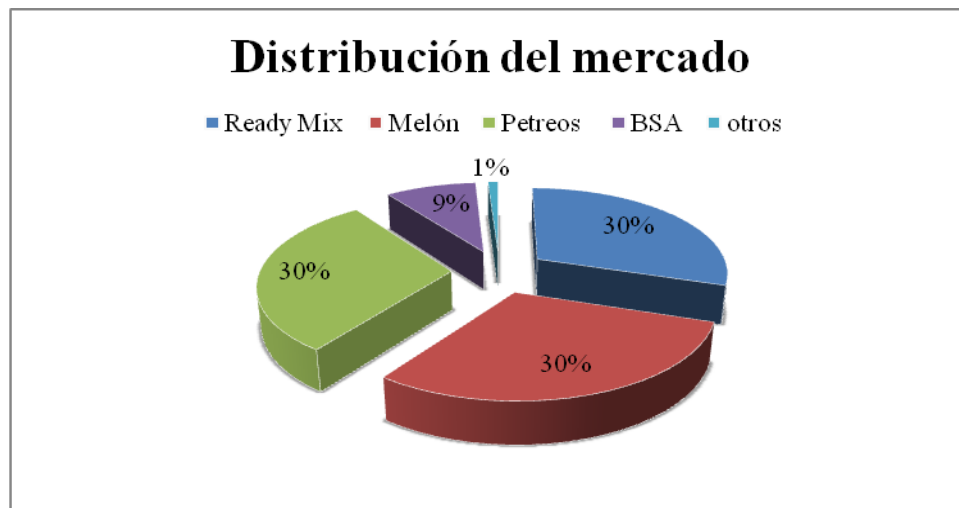
Además, cabe mencionar que los principales actores de la industria del cemento nacional son empresas Melón S.A., Cemento Polpaico S.A., y Cemento Bio Bio S.A., las que han ampliado su industria del cemento hacia la comercialización del producto en forma de hormigón premezclado. Los actores del hormigón son los mismos fabricantes de cemento, que operan a través de sus filiales:

- Ready Mix S.A. (Filial Cementos Bio Bio).
- Hormigones Premix S.A. (Filial de Melón).
- Pétreos S.A. (filial de Polpaico).
- Tecnomix S.A. (filial de Cementos Bio Bio adquirida el 2005)

Dentro de los últimos años han surgido otras cementeras en el país, las que también han ampliado su mercado hacia los hormigones premezclados éstas son:

- Hormigones Transex (filial de Cementos Transex desde 2009).
- Hormigones BSA (filial de Cementos BSA desde 2010).

La distribución del mercado de las empresas dedicadas al despacho de hormigón premezclado, según los volúmenes de ventas del año 2012 se detalla en la figura N° 2.1

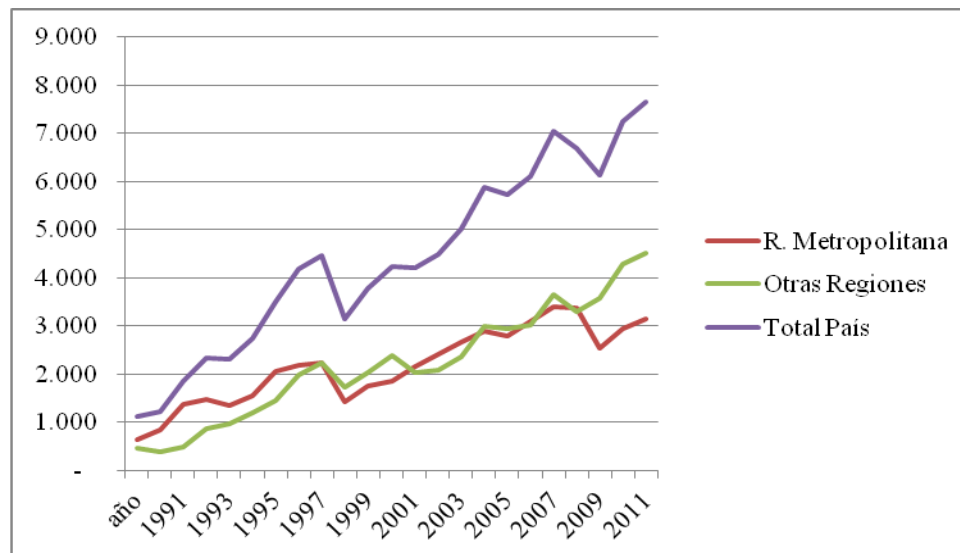


Diario La Tercera 2012

Figura 2.1

Distribución del Mercado del Hormigón Premezclado

Según el Instituto del Cemento y del Hormigón, durante el año 2012 el mercado de del hormigón premezclado tuvo un incremento 14% respecto de las cifras registradas en el año 2011, con ventas de a nivel nacional de 10 millones de m³.



Instituto del Cemento y del Hormigón 2013

Figura 2.2

Evolución de Volúmenes de Venta

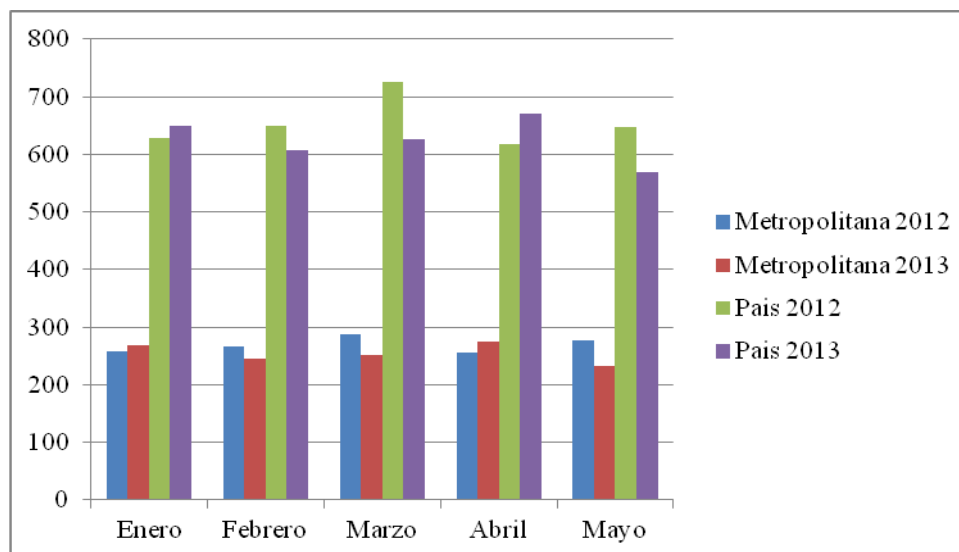
Según la Figura N°2.2, la evolución del despacho de hormigón premezclado ha ido incrementando a medida de los años, teniendo una baja en el año 2010 sobretodo en la Región Metropolitana tuvo una disminución de 32% el 2010, teniendo una alza de 2011 de 13%, lo que se puede atribuir en que los proyecto ese año se congelaron por el terremoto sufrido en marzo de ese año, no así para el resto del país que tuvo un incremento del 7,5% y 16,5% a los años 2010 y 2011, respectivamente.

La demanda de los materiales para la construcción, se obtiene a partir de los despachos físicos industriales y la venta de proveedores de materiales los que experimentaron, en promedio, un descenso durante el trimestre Noviembre 2012 a Enero 2013, según el Análisis de los Índices Mensual de actividad de la Construcción (IMACON).

La disminución en los despachos de materiales, refleja un menor consumo de cemento y por ello también una declinación en la demanda de hormigón premezclado, fenómeno que se observa a nivel nacional debido a que este inicio de año ha sido inusualmente lento en términos de ejecución presupuestaria de Obras Públicas. Por otra parte, el

menor crecimiento en las ventas de proveedores es coherente con la contracción de la superficie autorizada para la edificación de viviendas (m^2), medido en el trimestre.

“La actividad sectorial está convergiendo más rápido de lo esperado hacia su nivel de tendencia. Este proceso se podría deber, entre otros factores, a mayores restricciones para la ejecución de proyectos inmobiliarios, principalmente de densificación, como el congelamiento decretado en algunas zonas del Gran Santiago, lo cual también agrega un grado de incertidumbre al crecimiento futuro de la actividad sectorial”. Javier Hurtado, Gerente de Estudios de la Cámara Chilena de la Construcción.



Instituto del Cemento y del Hormigón 2013

Figura 2.3:

Ventas de principio de año 2013

En la figura N° 2.3 se puede reafirmar la hipótesis del Gerente de Estudios de la Cámara Chilena de la Construcción, donde se evidencia una disminución de un 4% en los despacho de hormigón premezclado en la región Metropolitana y a nivel de país una disminución del 5% de los despachos.

Por lo que la confiabilidad y los servicios de las diversas empresas de hormigón premezclado adquieren un rol fundamental al adjudicarse un porcentaje del mercado.

2.3 Producción de Hormigón Premezclado

Una Central de Hormigón Premezclado tiene como función producir, transportar y entregar hormigón premezclado a las diversas obras donde sean contratados sus servicios. Existen dos tipos de centrales hormigoneras, las plantas dosificadoras y mezcladoras.

Central Dosificadora es “una planta en la cual se miden y pesan los componentes del hormigón y se cargan en un equipo amasador rodante”, según la NCh 1934.Of92.

Central Amasadora es “una planta en la cual se miden, pesan y amasan completamente los componentes del hormigón y se cargan en el equipo de transporte”, según la NCh 1934.Of92.

Las plantas dosificadoras se caracterizan por ser más simples y económicas. El volumen de producción es únicamente limitado por el número y capacidad de camiones mixer, además del peso por eje. Por otro lado, las plantas mezcladoras o amasadoras, permiten una mayor coordinación y control de la calidad del proceso, ya que no se depende del operador mixer, la medición del agua ni del tiempo del amasado, lo que hace posible la producción de hormigones más uniformes.

Uno de los objetivos de este servicio, es lograr la confianza del cliente, el cual debe contar con la seguridad, que recibirá un producto con las características requeridas por éste, ya sea con el cumplimiento técnico del hormigón solicitado, el horario pactado y un servicio de buena calidad.

El proceso de producción del hormigón premezclado, se puede dividir en tres grandes etapas: Comercialización, Producción y Transporte. Las cuales se deben realizar sistemáticamente con el fin de entregar un producto y servicio de alta calidad.

2.3.1 Comercialización

Al requerir hormigón premezclado, se procede inicialmente a realizar la cotización del producto, la cual puede ser posible por distintas vías para facilitar el servicio. Si el cliente, no puede acudir personalmente a la central, tiene la opción de enviar por vía e-mail, fax o telefónica los requisitos del producto, especificando el tipo de hormigón y cantidad requerida.

Luego se realiza una salida a terreno por parte de personal técnico de la planta, para ver si la ruta a la obra es accesible para los camiones mixer. Para comprobar esto, se deben observar con detalle las siguientes características:

- Tipo de material de la ruta a la Obra (hormigón, asfalto u otro).
- Curvas y pendientes riesgosas.
- Medir las distancias y tiempos de demora.
- Existencia de puentes y cargas permisibles de éstos.
- Existencia de cables eléctricos a bajas alturas.
- Otros.

Si estos puntos existen, se deben analizar y buscar posibles soluciones o rutas alternativas, de lo contrario no se podrá efectuar la venta, mientras las condiciones no estén dadas para un correcto despacho.

Ya realizada la venta, se debe crear la ficha de obra, en este documento se especifican los datos de la empresa y de la obra, especificaciones de los productos y volúmenes contratados.

2.3.2 Producción

2.3.2.1 Programación

Para el inicio del proceso productivo, se debe realizar la programación de los despachos, la cual se puede efectuar personalmente o por vía e-mail, fax o telefónica. Independiente del método de comunicación utilizado, debe quedar registro de cada uno de éstos.

Se recomienda realizar una programación semanal, para que la planta pueda coordinar con los requerimientos de materias primas y con la disponibilidad de camiones mixer.

En la programación se debe especificar la fecha del despacho, el volumen del hormigón, el tipo de hormigón, el horario y la frecuencia de los despachos.

Los datos que se deben nombrar en detalle, son los siguientes:

- Tipo de hormigón
- Se debe especificar su resistencia
- Nivel de confianza(NCh 170)
- Tamaño Máximo nominal del árido (NCh 163).
- Docilidad (NCh 1019.Of 74).

2.3.2.2 Despacho

Una planta dosificadora se demora 8 minutos para producir 7m³ de hormigón. Considerando este tiempo, las cargas se realizan una hora antes de la hora pactada para estar en obra, debido a que es necesario tener tiempo para la preparación del

asentamiento de Cono. En caso de que la obra se encuentre a mayor distancia, se debe considerar un rango mayor de tiempo.

Al inicio de la carga de hormigón, se debe realizar la guía de despacho, en la cual se detalla la información esencial para una correcta entrega del producto. A esta guía se anexa un sello, los cuales son entregados al operador mixer.

El proceso productivo del hormigón premezclado, es controlado principalmente por programas y equipos computacionales. Un sistema que es ocupado en las plantas de hormigón premezclado es el “*betonmatic*”, que es un software que permite la gestión completa para la venta y elaboración de hormigón.

2.3.2.3 Fabricación de Hormigón Premezclado

Considerando que los arcones se mantienen cargados de los materiales pétreos, los silos contienen la cantidad necesaria de cemento y el suministro de agua potable es normal y el camión mixer se encuentra en posición exacta para recibir los materiales, se inicia el proceso de fabricación del hormigón.

Por tratarse de una Planta Dosificadora, se comienza con el pesaje automático de las materias primas, luego cada dosis medida cae a la cinta transportadora, por la cual es llevada a la “betonera” del camión mixer.

El orden de las materias primas al ejecutarse la carga es la siguiente:

1. 60% de la dosis total del agua.
2. La dosis de aditivo.
3. La dosis de los materiales pétreos.
4. La dosis de cemento.
5. 40% restante de agua.

Lista la carga, el operador mixer se lleva el camión a la zona destinada para la preparación de cono. Además de lavar el camión mixer, el operador por inspección

visual va regulando la docilidad del hormigón. Luego de lograr la docilidad y ser medida, si es el caso, se coloca la tapacanoa y se coloca el sello de seguridad.

2.3.3 Transporte

El medio por el cual el hormigón se debe transportar, será la que permita mantener al hormigón, como una mezcla homogénea y lograr una descarga con el grado suficiente de uniformidad, entregando un producto apto para ser puesto en obra.

El transporte utilizado, es el camión mixer, el cual es un vehículo equipado con una betonera, elemento que permite llevar hormigón premezclado al mismo tiempo que realiza su amasado.

El camión agitador es ocupado en las plantas amasadoras, y cumplen la función de solo agitar y transportar el hormigón. En cambio los camiones mixer utilizados en la plantas dosificadoras, el cual recibe la mezcla para realizar el amasado y transporte del hormigón.

Se considera como carga máxima de $7,5 \text{ m}^3$ de hormigón, a pesar de que la betonera tiene mayor capacidad, la que no se consideran por el alto peso a transportar. La carga mínima a transportar es de 1 m^3 de hormigón, ya que si es menor el volumen producido, aumentan los rangos de error en la dosificación del producto, por otra parte se ha medido que la cantidad de mortero que queda adherido en las paredes del tambor es de 250 litros, perjudicando la calidad del hormigón entregado.

Al llegar a la obra de destino, el operador mixer entrega la guía de despacho a la persona encargada de recepcionar el hormigón, el cual debe asegurarse que los datos escritos en ésta concuerdan con los de la obra. En caso de no corresponder los datos, el hormigón debe ser devuelto a la planta. Si son correctos se verifica el sello de seguridad y se firma la guía de despacho y se procede a la descarga del hormigón.

2.3.4 Descarga

La zona de descarga debe ser un terreno firme, libre de escombros y elementos cortantes. Además, el terreno debe tener un ancho de 3 m. y una altura de 4 m. mínimas, para que el camión mixer pueda entrar y no poner en riesgo al operador, trabajadores de la obra y el equipo mixer. El terreno no puede tener una pendiente mayor a los 18°, estas condiciones deben ser verificadas por el operador mixer al momento de llegar a la obra, si las condiciones de seguridad no están, el operador está facultado para no descargar el hormigón, hasta que se cumplan las condiciones mínimas de seguridad.

Dentro de las condiciones de operación durante la descarga son el tiempo. La norma NCh 1934.Of 92 menciona “el tiempo de transporte y entrega, contando desde la hora de carga y hasta el fin de la descarga, no debe exceder de dos horas, salvo que las partes pacten otros tiempos y se adopten las medidas técnicas para asegurar las propiedades del hormigón”.

2.4 Aditivos Ocupados en la Elaboración y Transporte del Hormigón

Los aditivos para hormigón son compuestos químicos, que ayudan a mejorar ciertas características de un hormigón, como la resistencia, trabajabilidad, durabilidad, disminuir la exudación, impermeabilidad, cohesión, tiempo de fraguado, etc., así como también se ocupan para reducir su costo, al variar la razón agua cemento, provocando que se pueda disminuir las dosis de cemento por m³ de hormigón.

Los aditivos son productos que han ido evolucionando durante el tiempo. Esta evolución es de dos tipos: la primera ha tenido un avance tecnológico y la segunda es su utilización en gran escala. Actualmente, no se entiende que un hormigón no utilice aditivos para mejorar alguna de sus propiedades, es importante recalcar que los aditivos comerciales para hormigón, no tienen efectos secundarios desconocidos, sin

embargo, cualquier aditivo aplicado por un especialista en hormigones, debería mejorar a este y no producir efectos dañinos a largo plazo.

Respecto a los avances tecnológicos de los aditivos, se puede comentar que los aditivos plastificantes, aceleradores, incorporadores de aire y los retardadores existen hace bastante tiempo, sin embargo, la mayoría de ellos ha tenido una evolución en su efectividad. Existen otros productos que sean introducidos al mercado tales como los superplastificantes, microsílíce y los pigmentos.

Para el uso de los aditivos en los hormigones se deben tener las siguientes consideraciones:

- Nunca usar un aditivo si no se tiene una razón valedera para hacerlo.
- Un aditivo no hará de un hormigón bueno uno malo.
- Un aditivo generalmente modifica más de una propiedad del hormigón. Por esta razón su uso debe ser restringido a personas con conocimiento reales de sus efectos.
- Es esencial tener un control adecuado en el almacenamiento y dosificación del aditivo. Los aditivos tienen una determinada vida útil.
- Es recomendable realizar hormigones de prueba para determinar la dosificación adecuada del aditivo para ser utilizada en dicho hormigón
- La mayoría de los aditivos se deben mezclar con agua de amasado antes de ser incorporados al hormigón. La excepción serían los superplastificantes utilizados para obtener una trabajabilidad alta del hormigón.

Ya mencionados anteriormente los aditivos que se pueden incorporar al hormigón, los podemos detallar a continuación.

2.4.1 Plastificantes o Reductores de Agua

Estos son aditivos que se utilizan para lograr las siguientes características:

- a) Reducir la cantidad de agua, manteniendo la trabajabilidad y disminuir las dosis de cemento para alcanzar la resistencia especificada. Provoca la disminución del costo del hormigón.
- b) Aumentar la trabajabilidad del hormigón, sin variar la razón agua/cemento, es decir, no alterar la resistencia.
- c) Mantener la trabajabilidad del hormigón con una razón agua/cemento menor, por lo tanto aumentar la resistencia sin aumentar la dosis de cemento.

Los aditivos plastificantes empleados en dosis altas, pueden incorporar aire aunque pierde parte de su efectividad de aumento de resistencia, y también pueden retardar la hidratación del cemento, fuera de estas consideraciones, este tipo de aditivos no tienen ningún otro efecto dañino en el hormigón endurecido.

Entre los aditivos plastificantes existen diferentes tipos con distintos comportamientos en su efectividad, incluso para los tipos de cementos que son utilizados, también tiene efectos en el tiempo de trabajabilidad, dependiendo del aditivo que sea ocupado. Como se puede apreciar, estas variables hacen aconsejables, determinar que aditivo utilizar conociendo muy bien su comportamiento.

Actualmente no se entiende que no se haga uso de este tipo de aditivo para la elaboración de hormigones.

2.4.2 Incorporadores de Aire

Estos aditivos producen efecto, en el hormigón fresco y endurecido, que son muy importantes y que no se pueden lograr de otra forma. El efecto principal de los incorporadores de aire es aumentar la resistencia en los ciclos hielo-deshielo del hormigón.

Estos aditivos también aumentan la cohesión de la mezcla de hormigón, disminuyen la necesidad de agua en la mezcla, para obtener la trabajabilidad similar al hormigón sin aditivo y disminuyen la exudación del hormigón. La resistencia a la compresión

disminuye con la incorporación de aire, esta disminución va depender de la reducción de agua, que se consiga con el aditivo (usualmente estos se usan en conjunto con los reductores de agua).

Uno de los usos importantes de los aditivos incorporadores de aire, es en el caso del empleo de arenas gruesas y mezclas con dosis de cemento baja, los hormigones fabricados con este tipo de arenas normalmente provoca segregación, poca trabajabilidad y de aspecto poco trabajable. La incorporación de aire produce en estos hormigones mejoras en la trabajabilidad, cohesión y en su aspecto, además de su bajo costo.

Es importante hacer hormigones de pruebas para conocer las dosis necesarias de este aditivo, esto debido a la gran cantidad de factores que afectan en la cantidad de aire incorporado, siendo los factores los siguientes:

- a) Contenido de arena: mayor contenido de arena mayor incorporación de aire.
- b) Finura y contenido de cemento: la incorporación de aire disminuyen al aumentar la finura o contenido de cemento.
- c) Impurezas orgánicas: el carbón disminuye la incorporación de aire. Esto es importante cuando se usan cenizas volantes o algunos colorantes.
- d) Temperatura del hormigón: un aumento en la temperatura del hormigón fresco disminuye la incorporación de aire.
- e) Tiempo de revoltura: la cantidad de aire incorporado aumenta al aumentar el tiempo de revoltura, hasta en 2 minutos en plantas estacionarias y hasta 15 minutos en camiones mixer.
- f) Otros aditivos: pueden afectar al usar en conjunto con el incorporador de aire

2.4.3 Aditivos Aceleradores

Dentro de los aditivos acelerantes existen dos tipos: acelerantes de fraguado y de endurecido. El acelerante de fraguado no tiene, salvo en casos excepcionales, interés en la industria del premezclado en la construcción.

El tiempo el cual el hormigón se comporta como un fluido, es esencial para permitir su transporte y colocación; por lo tanto la disminución de ese tiempo, sería una complicación generalmente inútil. En cambio la aceleración del endurecimiento, es decir la obtención de valores determinados de resistencia mecánica a edades tempranas, ofrece una cantidad de ventajas entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- ❖ Posibilidad de habilitación rápida de estructuras o pavimentos, nuevos como reparados.
- ❖ Reducción de los periodos de protección y curado del hormigón.
- ❖ Disminución del tiempo necesario de mantenimiento de los encofrados y apuntalamientos, permitiendo su uso una mayor cantidad de veces.
- ❖ Compensación total o parcial del efector retardador de las bajas temperaturas en climas fríos.
- ❖ Aumento de productividad de la industria del premoldeado, al aprovechar mejor las instalaciones.

El más conocido y generalmente más utilizado de los aceleradores, es el Cloruro de Calcio, sin embargo, existen otros como los carbonatos alcalinos, sulfatos, nitratos, silicatos e hidróxidos de metales alcalinos, fluoruros y fluosilicatos.

Este aditivo puede provocar algunos inconvenientes en la durabilidad del hormigón armado, cuando se les ocupa para determinadas estructuras y por encima de ciertas dosis.

Por tales razones en la actualidad los reglamentos, establecen que el Cloruro de Calcio, solo puede ser usado en estructuras de hormigón simple pero no en las de hormigón armado tradicional o de hormigón pretensando, debido a la presencia del ión Cloruro en la masa del hormigón, ya que eleva excesivamente el riesgo de corrosión de armaduras.

2.4.4 Aditivos Retardadores

Estos son aditivos que retardan el tiempo de fraguado del hormigón, hay que tener presente, que no significa que estos aditivos aumenten el tiempo para la trabajabilidad del hormigón. Una vez terminado el efecto del retardador, la hidratación del cemento continua a velocidad normal e incluso se acelera.

Dentro de sus ventajas se pueden mencionar las siguientes:

- ❖ Posibilidad de transportes prolongados de hormigón fresco.
- ❖ Mayor tiempo para la compactación y terminación.
- ❖ Eliminación de juntas de trabajo en estructuras de grandes dimensiones, que deben mantenerse monolíticas.
- ❖ Adaptación del hormigón fresco a las deformaciones de los encofrados en estructuras de grandes luces.
- ❖ Desfase entre períodos de mayor temperatura ambiente y la producción de calor por hidratación (hormigones de grandes temperaturas en climas calurosos).
- ❖ Posibilidad de interrupción de hormigonado mientras se reparan equipos descompuestos y se producen cortes de energía eléctrica.

Un efecto importante de estos aditivos, es su uso en conjunto con aditivos reductores de agua en tiempo caluroso, lo que produce un aumento considerable en la resistencia, hasta de un 20%.

2.4.5 Superplastificantes

Este es uno de los aditivos de alta tecnología, éste tipo de plastificante o aditivo reductor de agua, ha ganado una amplia aceptación, ya que permite alcanzar reducciones del orden del 15 al 30%. Las reducciones del contenido de agua de esta magnitud, tienen un impacto superior sobre las propiedades del hormigón y por lo tanto, se utilizan para la producción de hormigones fluidos con asentamientos en 17,5 y 22,5 cm o de hormigones de alta resistencia con relaciones de agua/cemento entre 0,30 y 0,40.

Este aditivo tiene un efecto de tiempo limitado, por lo que se recomienda colocarlo justo antes de iniciar la descarga del hormigón en el caso de camiones mixer. Una vez pasado el efecto de la primera adición, se puede repetir, cuidando de que la cantidad a agregar en este caso, considere el hormigón que ya se ha descargado. Una sobre dosis puede producir una segregación intensa en el hormigón y una disminución en la resistencia. La dosificación de hormigones fluidos con el uso de superplastificantes, debe ser de una granulometría continua y con una dosis alta de arena, similar al hormigón bombeado.

2.4.6 Adición Microsílice

Esta es una puzolana muy activa y de grano finísimo. Su tamaño es la 50^{ava} parte del tamaño del cemento. Este cemento ayuda a aumentar la resistencia, densidad e impermeabilidad de los hormigones. Es casi indispensable para hormigones de alta resistencia.

2.4.7 Aditivos Colorantes (Pigmentos)

A menudo se adicionan pigmentos inertes al hormigón para darle color. Los colorantes deben ser estables en presencia de los álcalis y no tener efectos adversos sobre las características del hormigón. Estos se encuentran como colores naturales o inertes, o como materiales sintéticos, y se usan en cantidades entre 2 y 10% en peso del cemento. Deben mezclarse por completo con el cemento seco o la mezcla de cemento seco, antes de la adición de agua.

Un colorante muy empleado como pigmento en el hormigón es el Ocre, que es una mezcla natural de óxido férrico, sílice y óxido de aluminio hidratado, cuyo color varia del amarillo al rojo. Aparentemente, la adición de los aditivos colorantes al hormigón, no influye sobre la durabilidad, pero es posible que se requiera un aumento considerable sobre la cantidad normal de agente inclusor de aire.

2.5 Ensayos y Controles de Calidad en Planta Hormigonera

Al momento de fabricar el hormigón premezclado, se debe contar con la seguridad, de que se estén realizando con las materias primas adecuadas y que cumplen con los requisitos definidos por las Normas de Calidad. Es por esto, que las materias primas, durante su permanencia en la planta, deben ser inspeccionadas, controladas y ensayadas periódicamente.

No solo las materias primas son controladas, además son examinados los equipos y maquinarias necesarios para el correcto funcionamiento de la planta hormigonera.

Dentro de los controles realizados en planta, se pueden clasificar en Inspección visual e Inspección por ensayo.

2.5.1 Inspección Visual

Los acopios de los áridos deben ser inspeccionados diariamente para detectar la presencia de impurezas y verificar el aspecto granulométrico.

Para el cemento solo se puede observar con detalles si el producto recepcionado corresponde con el solicitado, a través de la guía de despacho y por el sello de seguridad. También se puede observar si el agua tiene presencia de agentes extraños.

A través de la inspección visual, son revisados los equipos y maquinarias existentes en la planta, siendo estos los camiones mixer y la planta en general, los que son revisados diariamente.

El chequeo diario de los camiones mixer, es realizado antes de iniciar la primera carga de hormigón, siendo el operador mixer el responsable de realizar el “*check list*” de su equipo.

El chequeo diario de la planta debe ser realizado por una persona capacitada, el cual debe observar con detalle los puntos especificados en la guía de chequeo de cada empresa.

2.5.2 Inspección por ensayos

Dentro de este grupo encontramos dos tipos de controles: el interno y externo. El control interno es el realizado en las dependencias de la planta hormigonera o por los laboratorios de la empresa de distribución de hormigón premezclado, y los controles externos son realizados por laboratorios externos a la empresa.

Los controles son los mismos, por lo general, para todas las empresas distribuidoras de hormigón premezclado, solo que van variando la frecuencia con que la realizan.

2.5.2.1 Áridos

Los áridos son sometidos a los siguientes controles:

- Granulometría.
- Material fino inferior a tamiz 0,080 mm.
- % de partículas chancadas.
- % de partículas laja.
- Densidad real seca.
- Absorción.
- Densidad aparente suelta y compactada.
- Materia orgánica (arena).
- Toma de humedades

La toma de humedades y granulometría, son realizadas en las dependencias de la planta hormigonera, siendo el resto de los ensayos realizados en laboratorios externos.

- Toma de Humedades.

Este control se realiza tres veces al día como mínimo y se debe realizar de la siguiente manera:

1. Este ensayo se realiza extrayendo una muestra representativa de cada árido acopiado en la planta.
2. Las muestras deben ser extraídas de tres puntos diferentes y distanciados dentro del mismo acopio.
3. La muestra debe ser extraída desde la mayor profundidad posible, excluyendo los del fondo y de la superficie.
4. Obtenidas las muestras, se procede a pesar y registrar los valores de los áridos en estado húmedo.
5. Luego, cada muestra es colocada en un recipiente resistente al fuego y se somete a altas temperaturas, hasta que las muestras queden secas.
6. Finalmente se vuelven a pesar y se registra el peso de cada muestra.
7. Ya obtenidos los valores de las muestras en estado húmedo y seco, se pueden calcular el porcentaje de humedad (2.1):

$$\%humedad = \frac{PesoHúmedo - PesoSeco}{PesoSeco} \quad (2.1)$$

Los datos obtenidos son registrados en el sistema computacional utilizado por cada empresa.

- Control de Granulometría.

La granulometría se define como “la distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas (granos) que constituyen el árido”, según la NCh 165. Of 77.

Los elementos necesarios para desarrollar este control, son un conjunto de tamices y una balanza. Los tamices son moldes metálicos de forma circular, que en su fondo está

formado por rejillas de alambre y de aberturas cuadradas. Las aberturas de los tamices dependen del material a analizar.

Todos los tamices se disponen uno encima del otro y se ordenan según su tamaño de abertura, desde mayor a menor. Al final de cada conjunto de tamices se coloca un molde que cumple la función de recepcionar toda partícula fina.

Los pasos a seguir para el control de la granulometría es el siguiente:

1. El ensayo de granulometría se inicia extrayendo una muestra representativa de áridos, la que luego se pesa y se registra su valor.
2. La muestra se hace pasar el conjunto de tamices, previamente ordenados de mayor a menor.
3. Luego se extrae el material retenido en cada tamiz, para luego pesarlas y anotar dicha cantidad.
4. Ya obtenidos los pesos de la muestra retenida en cada tamiz, se pueden realizar los cálculos correspondientes.
5. Para obtener la granulometría, cada peso obtenido anteriormente se debe dividir por el peso de la muestra inicial y dicho resultado se multiplica por 100. Obteniendo así, el porcentaje de cada tamiz.

Este ensayo de granulometría, generalmente, se realiza en un laboratorio externo, los que además de enviar un informe sobre la granulometría de los áridos, especifica la densidad Real Seca, Absorción, densidad aparente suelta y compactada, material orgánico, material fino inferior al tamiz 0,080 mm, % de partículas chancadas, % de partículas laja.

2.5.2.2 Cemento

En la planta no se realiza ningún ensayo al cemento, solo llega un informe mensual de un laboratorio certificando, que el cemento cumple con lo estipulado en las normas chilenas de calidad. Esto se debe fundamentalmente que la empresa que provee el cemento, es parte de la misma empresa distribuidora de hormigón premezclado.

2.5.2.3 Hormigón fresco

Uno de los ensayos que se realiza en una planta Hormigonera, es la determinación de la docilidad del hormigón. Para esto se realiza el Método de Asentamiento del Cono de Abrams, el cual está normalizado por la NCh 1019. Este ensayo lo realiza el operador mixer antes de retirarse de la planta.

A todos los despachos se les debe inspeccionar visualmente su docilidad y en caso de duda, se debe realizar el ensayo del Método de Asentamiento del Cono de Abrams. Sin embargo, las empresas distribuidoras de hormigón, tienen definido que cada cierta cantidad de despachos deben ser medidos a través de este método. Los despachos que son controlados son seleccionados al azar.

- Método de Asentamiento del Cono de Abrams.

Los elementos que se necesitan para realizar este ensayo, son los que se indican a continuación:

- Molde: de forma de cono truncado y éste tiene que ser de acero.
- Varilla o Pisón: barra de acero de 16mm de diámetro y 600mm de longitud.
- Plancha de apoyo: debe ser rígida y de un material no absorbente (acero).
- Poruña de acero: será de metal y de un tamaño que permite el vaciado del material al molde.

Los pasos a seguir para la correcta forma de tomar este ensayo, se detallan a continuación:

1. Antes de iniciar el ensayo se debe asegurar que todos los elementos deben estar limpios y humedecidos.
2. Se debe tomar la muestra de hormigón, el cual es vaciado en una carretilla desde el camión mixer. La cantidad a extraer será la suficiente para llenar la carretilla.
3. Con la ayuda de la poruña se debe amasar el hormigón de la carretilla, para dejar el material lo más homogéneo posible.

4. Luego se deja la plancha de acero sobre una superficie lisa y se coloca el molde sobre ésta, asegurándolo al colocar los pies sobre las pisaderas.
5. Posteriormente se procede al llenado del molde, el cual será en tres cantidades iguales. Al colocar cada capa se debe apisonar con 25 golpes con la varilla, con el fin de que las capas se unan entre sí.
6. Los golpes se deberán realizar siguiendo el perímetro del molde, comenzando del exterior hasta llegar al centro.
7. Terminando este proceso se debe enrasar la superficie, al rotar el pisón sobre ésta.
8. Luego de retirar el hormigón que se haya derramado sobre el molde, se levanta el molde suavemente. Y se coloca el molde invertido, al lado del hormigón moldeado. Enseguida se mide la disminución de altura entre el molde y el hormigón y se registra.

En caso que el hormigón moldeado se incline hacia un lado o sufra desintegraciones se debe repetir el ensayo. Si este se vuelve a repetir se debe considerar que el hormigón no es apto para este ensayo, por falta de plasticidad y cohesión de las partículas.

- Verificación del volumen del hormigón

El hormigón es distribuido en volumen y cuya cantidad de hormigón es controlada por programas y equipos computarizados. En el caso de que se requiera comprobar el volumen transportado, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Este proceso se realiza en la planta de hormigón y se inicia pesando el camión mixer antes de ser cargado de hormigón.
2. Luego, se realiza el proceso normal de carga de hormigón.
3. Nuevamente es pesado en la romana el camión mixer.
4. La diferencia de los pesos representara la masa total del hormigón.

Determinación de la Densidad Aparente

La norma NCh 1564.Of 79 define la densidad aparente como la “densidad en que se considera el volumen aparente de la mezcla (volumen real de la mezcla más el volumen de aire arrastrado o incorporado en ella). Este volumen corresponde al de la medida que lo contiene”.

La ejecución de un correcto y normalizado ensayo para obtener la densidad aparente se debe tener a disposición un molde metálico, de forma de un cilindro recto, el cual debe tener una de sus caras abiertas.

El volumen del moldaje a utilizar puede variar según el tamaño nominal del árido que contiene el hormigón, detallados en la tabla a continuación.

Tabla 2.1

Dimensiones de las medidas volumétricas según árido

Tamaño Máximo Nominal del Árido	Capacidad		Dimensiones		Espesor	
	Nominal		Interiores		Mínimo	
mm	m3	lts.	Diam. (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Pared (mm)
50	0,015	15	255 ± 2	295 ± 2	3	2
100	0,03	30	355 ± 2	305 ± 2	3	2

Norma Chilena NCh 1564.Of 79. “Hormigón-Determinación de la densidad aparente, del rendimiento del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco”.

Además se requerirá de un pisón o un vibrador interno. El tipo de elemento a utilizar dependerá del asentamiento del hormigón.

Tabla 2.2

Procedimiento de compactación según el asentamiento del cono

Asentamiento (cm)	Procedimiento de Compactación
$a < 5$	Vibrado
$5 \leq a \leq 10$	Vibrado o Apisonado
$a > 10$	Apisonado

Norma Chilena NCh 1564.Of 79. "Hormigón-Determinación de la densidad aparente, del rendimiento del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco".

Luego de haber definido las medidas de los moldes y del método de compactación a utilizar se inicia el ensayo, debiendo tener en consideración lo siguiente:

1. Si la muestra debe ser apisonada, se debe colocar el hormigón fresco en tres capas iguales en el molde. Cada capa debe ser compactada mediante golpes del pisón.
2. La cantidad de golpes variara según el volumen del molde: para el molde de 15 litros las serán 25 golpes y para la el molde de 30 litros serán 59 golpes.
3. Luego de apisonar cada capa, se debe golpear el costado del molde, con el fin de eliminar las burbujas de aire formadas en el hormigón.
4. Para el caso de ser vibrado, se debe agregar el hormigón al molde en dos capas iguales. Luego de cada capa debe ser compactada con tres inserciones del vibrador. Este elemento debe ser introducido verticalmente y sin tocar el fondo ni las paredes del molde.
5. Posteriormente se debe retirar el vibrador lo más lento posible para evitar la segregación del hormigón.
6. Terminada la compactación, independiente del método, debe quedar un exceso de hormigón, el cual hay que enrasar y alisar la superficie hasta el borde del molde.
7. Finalmente se debe retirar todo residuo de hormigón, y se procede a pesar.
8. Se debe restar la masa del molde, para obtener el peso real del hormigón.

9. Y con la siguiente fórmula 2.2, obtenemos el valor de la densidad aparente del hormigón:

$$Pa = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

donde,

Pa = densidad aparente del hormigón fresco (Kg/m³)

m = masa del hormigón fresco contenido en el molde.

V = Capacidad Volumétrica del molde.

10. Ya obtenida la masa total del hormigón y la densidad aparente del hormigón fresco, se utiliza mediante la siguiente fórmula 2.3 y obtenemos el volumen de hormigón transportado en el camión mixer.

$$V_h = \frac{MasaTotalHormigón}{Pa} \quad (2.3)$$

La norma NCh 1934.Of 92. “hormigón preparado en central hormigonera”, establece una tolerancia de $\pm 3\%$ del volumen nominal de la masa de entrega, para efecto del cumplimiento de la unidad de compra.

- Toma de hormigón fresco para resistencias

Las empresas distribuidoras de hormigón premezclado deben tomar muestras de hormigón fresco, para verificar y corroborar el cumplimiento de la resistencia especificada.

Por norma deben tomar una muestra cada 150 m³ de hormigón entregado, sin embargo, si el cliente requiere una mayor frecuencia puede ser pactado entre el cliente y distribuidor del hormigón.

Para las tomas de muestras de hormigón se deben tener las siguientes consideraciones:

- Las muestras deben ser tomadas al momento de la descarga, cuando este entre 10% y el 90% del proceso de descarga.
- Las muestras de hormigón fresco son puestas en moldes metálicos, de forma cúbica, cilíndrica o prismática.
- La forma del molde dependerá del ensayo al que estará expuesto.

Tabla 2.3

Molde según ensayo

Molde	Ensayos
Cúbico	Compresión
Cilíndrico	Compresión y Tracción por hendimiento
Prismático	Flexotracción

NCh 1017.Of 75. "Hormigón, confección y curado en obra de probetas para ensayos de Compresión y Tracción".

- Los moldes son llenados con hormigón en capas, para luego ser compactados.
- El método de compactación dependerá del asentamiento, considerando los valores determinados en el Tabla N° 2.2.
- Luego de la compactación, se debe enrasar la superficie y mantener las probetas a una temperatura entre 16° y 27° C.
- Al pasar 20 horas la probetas cúbicas y cilíndricas deben ser desmoldadas y las prismática luego 44 hrs.
- Terminando el desmolde deben mantenerse en agua con cal hasta ser llevadas al laboratorio para ser ensayadas según NCh 1172. Of 78.

2.6 Ventajas y Desventajas del Hormigón Premezclado

El hormigón premezclado presenta un conjunto de ventajas y desventajas que son importantes de considerar. Estas se señalan a continuación.

2.6.1 Ventajas del Hormigón

2.6.1.1 Producción con buena Tecnología

a. Personal Especializado.

Esta es una ventaja importante del hormigón premezclado. Una de las mayores dificultades en la fabricación de hormigones, es contar con el personal especializado que sepa de esta tecnología, y le permita a la empresa adaptarse a las variaciones que permanentemente tienen los materiales, componentes del hormigón y las necesidades de la obra. Una empresa de hormigón premezclado, por ser su única labor preparar hormigones, tiene la oportunidad de seleccionar y formar a su personal, mucho más profesional que cualquier empresa que fabrica su hormigón en faena, a menos que lo ejecute en forma constante y cuente con un personal preparado y permanente en la empresa.

b. Calidad de los Equipos.

Para las empresas de hormigón premezclado es muy importante la calidad de los equipos con que prepara el hormigón. La precisión de los equipos les permite ajustar las dosificaciones en forma más estricta, permitiéndoles economías, que pueden ser importantes, en el costo del producto.

2.6.1.2 Buen Control

a. Materias Primas.

Las plantas de hormigón premezclado, tratan de mantener la calidad de sus materias primas lo más homogénea posible. Para esto, tienen un control de calidad permanente de ellas. Estos les permiten mantener constantes o variar sus dosificaciones de acuerdo a las variaciones que experimentan sus materias primas, logrando dispersiones menores en la calidad del hormigón.

Esto lo pueden lograr, gracias a los grandes volúmenes que se producen, lo que les permite influir en los proveedores, para que ellos le suministren un material homogéneo. Cuando un hormigón se fabrica en obra, no existe una seguridad de que los áridos sean homogéneos en su calidad. Esto ocurre especialmente con las arenas en época de mucha construcción. El abastecimiento que llega a obra es normalmente muy variable. Esto se ve agravado por el hecho de que en obra, generalmente se hace un ensayo granulométrico de los áridos y un diseño de dosificación para toda la faena. Esto no permite asegurar una buena calidad en la homogeneidad del hormigón.

b. Proceso.

Un proceso bien controlado, permite evitar riesgos y producir con mayor seguridad el producto de una calidad determinada. Las empresas de hormigón premezclado, tratan de controlar sus procesos de producción por esta razón. Son organizaciones preocupadas por tener un buen control, con el fin de entregar un buen producto a un mínimo costo.

c. Producto

Cualquier empresa es juzgada por la calidad del producto que entrega. En el caso del hormigón el producto es controlado principalmente por su resistencia. Todas las empresas tienen o deben contar con un autocontrol de calidad, que les permita ajustar sus procesos y entregar lo especificado por el cliente.

2.6.1.3 Costos

a. Adquisición de materias primas en grandes volúmenes.

La adquisición de las materias primas en grandes volúmenes, le permite a estas empresas conseguir precios menores y mejor calidad, debido a una mayor homogeneidad de los materiales. Estos les dan ventajas sobre empresas que fabrican su propio hormigón, produciendo menor cantidad.

b. Optimización de la dosificación.

El contar con un personal técnico idóneo, buenos equipos, estricto control, materias primas homogéneas, les permite ajustar sus dosificaciones reduciendo el costo del hormigón para una resistencia determinada.

c. Infraestructura.

La empresa de hormigón premezclado cuenta con una buena infraestructura que significa una inversión importante. Esta inversión se prorratea en todo el hormigón entregado, lo que hace que su incidencia en cada metro cúbico, pueda ser menor que el da la inversión normal de una empresa que fabrique su propio hormigón.

Es importante que al comparar el costo del hormigón fabricado en obra y premezclado, se considere el costo de los insumos. Respecto a estos últimos, las pérdidas de materiales en obra y el costo del control de bodega, son de gran incidencia.

2.6.1.4 Bajo riesgo para el comprador

La empresa que adquiere hormigón premezclado, está comprando un producto de calidad potencial controlada. El riesgo de no obtener las características solicitadas existe, pero es mínimo. Además, generalmente, las empresas de hormigón premezclado, han respondido a sus clientes en caso de problemas de no cumplimiento de las especificaciones del hormigón.

El hormigón premezclado es normalmente de mejor calidad, que el fabricado en terreno. Su costo puede ser menor o mayor dependiendo de los equipos con que cuente la empresa constructora para fabricar el hormigón, su idoneidad técnica en hormigones y el abastecimiento de materias primas. En general, aparece más conveniente adquirir el hormigón que tomar la responsabilidad de fabricarlo.

Otro costo que se minimiza para el comprador, es el valor que se le debe asignar al riesgo que tiene en la fabricación del hormigón en obra. Las empresas de premezclado

tienen una alta tecnología asociada a la producción de hormigón y se cuidan seriamente para no tener problemas de incumplimiento con las especificaciones. En caso de problemas, generalmente han respondido a sus clientes, financiando los costos producidos por problemas de incumplimiento de las especificaciones deben ser asumidos por la empresa constructora.

2.6.2 Desventajas del hormigón premezclado

2.6.2.1 Dificultad de programación

La programación en el suministro del hormigón, podría ser un problema que algunas empresas consideran importante. Este es una dificultad subsanable mediante una buena programación de la obra y coordinación entre el comprador y el suministrador. La facilidad de comunicaciones con la existencia de buenos sistemas de radio, teléfonos móviles, correo electrónico, fax, etc., permite resolver en mejor forma este posible problema. Las dificultades de programación se ven acentuadas debido a los siguientes factores:

- Solicitud de hormigón de las empresas a la misma hora.
- Frecuencia de entrega mayor que las capacidades de colocación de la empresa contratista. Esto se debe normalmente a una mala programación de la faena. Generalmente este problema se genera por no contar con equipos de compactación suficientes para el avance de hormigonado. Siempre se debería contar con al menos un equipo stand-by debido al alto riesgo de falla de los vibradores.
- No estar preparada la obra para recibir el hormigón. Esto es que falte alguna actividad para poder iniciar la colocación del hormigón.

Estos problemas hacen aumentar el costo de las empresas premezcladoras, al disminuir la productividad de su inversión.

2.6.2.2 Volúmenes pequeños

En caso de necesitarse volúmenes pequeños de hormigón en cada entrega, se aumenta el costo y disminuye la ventaja de adquirir hormigón premezclado. De todas maneras se puede adquirir hormigón premezclado hasta volúmenes de 2 m³.

2.6.2.3 Desconfianza de volumen

Algunas veces existen dudas sobre los volúmenes de hormigón entregados por las empresas premezcladoras. Este es un problema que las empresas normalmente tratan de evitar y que la norma trata de controlar.

Es difícil para el comprador, cubicar exactamente el hormigón recibido, debido a dificultades en la medición del volumen donde se coloca el hormigón. Los moldajes no son exactos y se pueden deformar con la carga del hormigón. En caso de canchas para losas, no se conoce con exactitud el espesor del pavimento al momento de recibirlo, o planeidad de la cancha. Por esta razón debe existir confianza y seriedad de ambas partes al encarar un negocio.

Por otra parte, la norma NCh 1934.Of 92. "hormigón preparado en central hormigonera", establece una tolerancia de $\pm 3\%$ del volumen nominal de la masa de entrega, para efecto del cumplimiento de la unidad de compra.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo, se mostraran los parámetros teóricos y técnicos que deben saber los operadores mixer, al momento de manipular el hormigón y enfrentarse a los clientes.

3.1 Planta Ready Mix Quilicura

Ready Mix S.A. nace el año 1986 cuando Cementos Bío Bío compra a la compañía de hormigón premezclado Concretos Ready Mix, la que poseía en Santiago dos plantas fijas y tres plantas móviles para la producción de hormigón, en 2005 adquiere el 100% de las acciones de la compañía hormigonera Tecnomix S.A.

En la actualidad, las empresas Cementos Bío Bío tienen la mayor capacidad instalada en las áreas de cemento, cal, morteros y áridos; poseen a través de Ready Mix y Tecnomix, más de 40 plantas de hormigón premezclado y alrededor de 600 camiones mixer.

Siendo una de aquellas plantas la de la comuna de Quilicura que está ubicada en Manuel Antonio Matta N° 2071, Quilicura. Esta planta cuenta con una flota de 75 camiones mixer los cuales son propios y subcontractados. El subcontrato pertenece a la empresa Besalco Maquinarias S.A., la que aporta con 45 camiones mixer y con su personal capacitado.

La planta cuenta con dos plantas de hormigón la Betomac y la Con-eco. La planta Betomac tiene una capacidad de producción de $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ y planta Con-eco tiene un rendimiento de $90 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Ready Mix elabora distintos hormigones en sus plantas los cuales presentan distintas características, las que se mencionan a continuación:

a) Hormigones Tradicionales.

Estos hormigones se clasifican por su resistencia a la compresión, las que varían entre un H-5 a H-50, es decir, desde 50 Kg/cm² a 500 kg/cm². El tamaño máximo de los áridos es de 40 mm. o 20 mm., y su asentamiento de cono puede variar entre 2 cm. y 10 cm.

Estos hormigones se usan tradicionalmente en construcciones de viviendas y edificios y sus elementos como los son los: cimientos, pisos, cadenas, muros, losas, pilares, vigas, etc.

b) Hormigones Bombeables

Es un hormigón que se conduce a través de tuberías bajo presión, permitiendo el transporte de grandes volúmenes al punto de colocación requerido. Se caracteriza por poseer mayor cantidad de finos, su asentamiento de cono debe ser superior a 8 cm., las resistencias varían desde un grado H-15 a H-50, es decir, desde 150 kg/cm² a 500 kg/cm², medido en probeta cúbica de 20 x 20.

Su aplica en construcciones de edificación en alturas y poseen ventajas comparativas cuando, se desea colocar hormigón en condiciones difíciles, transportar grandes volúmenes, rapidez de colocación, colocación de grandes volúmenes en forma vertical y horizontal, se quiere lograr altos rendimientos.

c) Hormigones de Pavimento.

Estos hormigones se clasifican por su resistencia a la Flexotracción, las que varían entre un HF-3 a HF-5, es decir, desde 30 Kg/cm² a 50 kg/cm² de resistencia a la Flexotracción. El tamaño máximo de los áridos es de 40 mm. o 20 mm., y su asentamiento de cono puede variar entre 2 cm. y 15 cm. En Ready Mix se denomina a estos hormigones con la letra P, por ejemplo: P (40), es decir 40 Kg/cm² de resistencia a la Flexotracción.

Los hormigones de pavimentos están diseñados para ser utilizados en pavimentación de carreteras, recintos industriales, estacionamientos, vías urbanas, etc.

d) Hormigones de Alta Resistencia.

Existen 2 tipos de hormigones de alta resistencia; Alta Resistencia Final, esto cuando se requiere que la resistencia a la compresión ensayadas a los 28 días sea superior a 500 Kg/cm^2 . Alta Resistencia Inicial, cuando se requiere de una resistencia temprana mayor a la normal, en edades inferiores a los 28 días.

Estos tipos de hormigones pueden tener las siguientes aplicaciones: Elementos prefabricados, hormigones pretensados, hormigones postensados, hormigones que se requiere un desmolde anticipado y hormigones que se requiera una alta durabilidad.

e) Hormigones de Tránsito Rápido.

Son hormigones que se clasifican por su resistencia a Flexotracción, las que tienen la particularidad de presentar altas resistencias iniciales. Estas resistencias deben superar los 25 kg/cm^2 a la Flexotracción, para edades de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 días.

Son usados para pavimentos que se necesiten una rápida puesta en servicio, reparaciones de calles y encuentros de vías de alto tráfico.

f) Hormigones Livianos.

Son aquellos hormigones que no tienen requisito de resistencia pero si de peso y se clasifican principalmente por su densidad, la que es inferior a la densidad normal del hormigón, que fluctúa entre los 800 Kg/m^3 y 1900 Kg/m^3 , para lograr dichas densidades, se fabrican los hormigones con perlas de poliestireno expandido.

Los hormigones livianos se utilizan principalmente en construcciones de viviendas y edificios para: sobrelosas, rellenos y nivelación de pisos, elementos no estructurales, aislamientos térmicos y acústicos, muros a prueba de incendios.

g) Hormigones Autocompactantes.

Estos hormigones permiten una fácil colocación de la mezcla, facilitando las operaciones de una faena pesada, dejando una mejor terminación de superficie, con una mayor rapidez de hormigonado, menos contaminación acústica, ahorro en personal y equipos y una óptima calidad en los elementos hormigonados.

Dentro de las características están: altas resistencias a corto y largo plazo, medición del Cono de Abrams invertido de 70 cm. y 75 cm., tamaño máximo del árido de 13 mm, baja razón agua/cemento, alta impermeabilidad, alta durabilidad, autocompactación y excelente fluidez sin segregación.

Sus aplicaciones están dadas por obras donde no sea posible vibrar o permita mínima vibración, pisos y losas armadas, elementos modulares de solo algunos centímetros de espesor, vigas y otros elementos pretensados, muros densamente armados en viviendas, edificios y estanques, revestimientos de túneles, puentes, rellenos de difícil acceso.

h) Hormigones de Relleno de Densidad Controlada

Estos hormigones permiten reemplazar los rellenos tradicionales de excavaciones de tuberías, zanjas para alcantarillas, rellenos estructurales en obras de artes y puentes, y suelos de subrasantes inadecuados o de poca capacidad de soporte.

Sus principales características son su densidad controlada, excelente fluidez, autonivelantes, posee resistencia mecánica, su densidad está entre 1600 y 1700 Kg/m³ según el tipo de hormigón, posee una baja de cemento, la mezcla tiene una baja razón de agua/cemento y no requiere de vibración ni de compactación.

Se utilizan principalmente para rellenos de zanjas, rellenos de ductos sin uso, rellenos estructurales de obras de arte y puentes y en rellenos de sub base de caminos (CBR=20).

3.2 Aditivos utilizados por Ready Mix

Cualquier material añadido intencionalmente antes o durante del mezclado del concreto que sea distinto del cemento, agua y áridos, se llama aditivos.

Según la NCh 2182 la definición que le dan a los aditivos es: “Son sustancias de material activo agregado al hormigón en el momento de la mezcla para modificar uno o alguna de sus propiedades en estado fresco y/o endurecido por acción física, química o física/química”.

La función que cumplen los aditivos al ser incorporado al hormigón se puede separarse en dos etapas: Estado Fresco y Estado Endurecido. Ya que estas etapas tienen distintas funciones, las cuales se detallan a continuación.

Estado Fresco

- ✓ Reducir cantidad de agua en el amasado, por lo que provoca mayores resistencias
- ✓ Incrementa la docilidad.
- ✓ Mejora la cohesión del hormigón.
- ✓ Reduce la exudación
- ✓ Permite controlar el tiempo de fraguado

Estado Endurecido

- ✓ Incrementar resistencia
- ✓ Incrementar impermeabilidad
- ✓ Incrementa durabilidad
- ✓ Disminuye el desarrollo de calor
- ✓ Disminuye la contracción

✓ Mejora el aspecto estético

Dentro de la planta Ready Mix Quilicura se usan distintos aditivos, de los cuales unos son de manipulación directa por parte del operador mixer y otros son ocupados en la elaboración del hormigón, que son manipulados por personal de planta. Los aditivos utilizados por el personal de planta son dosificados previamente, para así poder elaborar un hormigón específico, con las características que el cliente precisa.

Los aditivos utilizados por el personal de planta en la elaboración del hormigón es el aditivo llamado Mira BB65, el cual es un plastificante con retardo, es decir, es un aditivo que reduce el agua de amasado y además genera el retardo de fraguado del hormigón, para que se pueda despachar y no tenga problemas antes de su colocación.

La dosificación del aditivo Mira BB65 es incorporado en el momento del mezclado de los componentes de hormigón en el camión mixer y está dosificado para que el fraguado comience en 2 horas, lo que le da tiempo al operador mixer de ajustar el cono requerido y llegar a la obra.

Otro aditivo manipulado por el personal de planta es el Sika1® (Hidrófugo), los que son incorporados en el momento de amasado y ajuste del cono. Estos aditivos son impermeabilizantes, elaborados a base de una suspensión acuosa de materiales inorgánicos de forma coloidal, que obturan los poros y capilares del hormigón o mortero mediante el gel incorporado. Entre sus ventajas se tienen que asegura la impermeabilidad de morteros y hormigones aún bajo la presencia de altas presiones, no influye sobre los tiempos de fraguado, endurecimiento, resistencias mecánicas ni en retracciones, también aumenta la trabajabilidad y la adherencia en las mezclas, facilitando las labores de colocación.

De los aditivos manipulados por el operador mixer, están dados en el proceso de ajuste y levantamiento de cono en la obra, y en la devolución de hormigón a la planta. Para el proceso de ajuste y levantamiento de cono se ocupa el aditivo llamado Viscocrete 5100 CL® o el Tam Cem 64, es un aditivo de alta capacidad de reducción de agua, basado en polímeros sintéticos que permite máxima fluidez, alta cohesión y mantener la

trabajabilidad de la mezcla en forma prolongada. Dentro de sus ventajas de este aditivo tenemos:

- ✓ Excelente mantención de fluidez a través del tiempo
- ✓ Alta reducción de agua (30%)
- ✓ Excelente fluidez, lo que resulta en el trabajo reducido al mínimo para la colocación y compactación
- ✓ Incremento del desarrollo de alta resistencia inicial.

Los operadores mixer utilizan este aditivo al llegar a la obra o durante su tiempo de estadía en ella, para poder recuperar el cono y/o levantarlo, para ello lo deben hacer según el procedimiento del operador mixer, que se describe más adelante.

En la planta se ocupan aditivos llamados controladores de hidratación, como el DELVO®Stabilizer, este es utilizado por el operador mixer cuando retorna a la planta con volumen de hormigón en la betonera. Este aditivo retarda el tiempo de fraguado, controlando la hidratación del cemento Portland y otros materiales cementicios, como a su vez facilita las operaciones de colocación y acabado. Entre sus características se tienen la reducción del contenido de agua requerido para una manejabilidad determinada, retardo de fraguado en el tiempo, mejor trabajabilidad y menor segregación. Los operadores mixer utilizan el aditivo para retornar a la planta con hormigón en sus camiones, para así evitar que el hormigón transportado inicie el proceso de fraguado dentro de la betonera y poder darle una utilización al hormigón devuelto o no descargado. La utilización que se les da a los hormigones devueltos se dona en el caso de la Planta Ready Mix Quilicura a la Municipalidad de Quilicura.

3.3 Procedimiento Operador Mixer

Este procedimiento busca mantener el normal funcionamiento de la operación de transporte de hormigón, mediante la detección y control de los riesgos a los cuales los operadores mixer están expuestos en su jornada diaria.

Carga de camiones mixer

El camión se debe mover hacia la manga de descarga de la planta dosificadora, los camiones mixer deben ir con el giro de descarga, esto se realiza para eliminar los residuos que pudiera contener, antes de la carga de materiales. El operador mixer debe indicar al operador de planta, el volumen de agua contenida en la betonera, para que la descuenta en el sistema de control automático. La carga de los camiones mixer máxima es de $7,5 \text{ m}^3$, con esa carga cumple con el peso máximo que puede transitar según la Ley del Tránsito, que esta dado por el peso del camión y el peso del material transportado.

El operador de planta indicara al operador mixer la incorporación y dosis de aditivos que se tuvieron que adicionar de forma manual y lo registrará en el reporte de carga. Además verificará el reporte de carga de que todos los materiales estén dentro del rango de tolerancia.

Mezclado del hormigón

La homogeneidad del hormigón es dada por el camión mixer, que debe mezclar por un tiempo mínimo de 5 minutos la mezcla, se considera que el tiempo de mezclado para los hormigones es de 1 minuto por metro cúbico de hormigón. Una vez realizado el mezclado, el hormigón debe salir de la manga con rango de cono igual al cono especificado.

Al salir de la manga, el hormigón presenta que su docilidad esta excedida, se revisara el reporte para ver si no está excedido por la adición de aditivo, si fuera por esta razón el hormigón se debe eliminar. Si no es así se controlara su docilidad a través del cono de Abrams, es posible arreglar ese hormigón solo hasta +8 puntos sobre el cono especificado. La forma de arreglarlo es incorporando volumen de hormigón con la misma dosificación, pero anulando a cero el agua, esto se hace en función del cono que se quiere reducir

Tabla 3.1

Dosificación para arreglar hormigón con cono excedido

Cms. de cono sobre lo especificado	partes de m ³ seco
2	1/4
4	1/2
6	3/4
8	1

Ready Mix

Verificación salida

El operador mixer debe verificar con el operador de planta si el hormigón a trasladar considera la incorporación de algún aditivo en obra y que cuenta con este. Además se hará una inspección visual sobre el cono con el que sale de la planta, el cual se registrara en la planilla de control de cono.

El operador mixer al término de todos estos procedimientos, procederá a colocar el sello de seguridad y saldrá en dirección a la obra

Descarga del hormigón

Durante el trayecto a obra, el hormigón no llegara con el mismo asentamiento de cono con el cual salió de la planta por lo que hay tolerancias para estas, según la Nch.170

Tabla 3.2

Tolerancias para Asentamiento de Cono

Asentamiento de cono (cm)	tolerancia (cm)
2	± 1
3 a 9	± 2
10 o más	± 3

Ready Mix

También el operador mixer debe fijarse y estar presente cuando le estén tomando la docilidad del hormigón, a través del Cono de Abrams, debe tener las siguientes consideraciones:

- El ensayo debe estar sobre una superficie horizontal, sin vibraciones
- Se tiene que efectuar la toma de la muestra entre el 90% y 10% de la descarga.
- El llenado de los moldes, se deben hacer en tres capas de igual volumen.
- Se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla y deben ser distribuidas uniformemente.
- Se levanta el molde una vez llenado, apisonado, enrasado y limpiada la plancha de apoyo horizontal, sin perturbar el hormigón, este se debe demorar de 5 a 10 segundos.
- Se mide inmediatamente la disminución de altura del hormigón moldeado respecto del molde original, se aproxima la medición a 0,5 cm.

Además debe tener precaución en las confecciones de probetas y del curado estas, fijándose en que mezclen el hormigón antes de la confección de la probeta, este debe ser realizada dentro de los 15 minutos de tomada la muestra y tiene que quedar en un lugar adecuado.

3.4 Conocimientos Teóricos del Operador

Los conocimientos que el operador mixer debe tener en su actuar diario, es de suma importancia, ya que las variables al elaborar un hormigón premezclado, están controladas en la calibración de los equipos y sistemas computacionales, que se utilizan para ellos en el momento de carga. Antes de la carga se tienen controles de los materiales, que son ensayados en laboratorios propios de la planta hormigonera y en laboratorios externos.

Por lo que es de gran importancia la variable humana, es decir, los operadores mixer. Los conocimientos que estos deben tener al manipular el hormigón, teniendo en cuenta los pro y contra de su actuar diario, los que se detallaran a continuación.

Razón agua/cemento

La relación agua/cemento constituye un parámetro importante de la composición del hormigón. Esta tiene influye directamente sobre las resistencia mecánica, la durabilidad y la retracción del hormigón.

El cemento y el agua, se combinan químicamente mediante un proceso denominado hidratación, de la cual resulta en forma inicial el proceso de fraguado y el posterior endurecimiento del hormigón. Las resistencias mecánicas se generan a partir de la reacción entre el agua y el cemento, ya que transforman al hormigón de una mezcla fluida a un sólido que adquiere resistencias a través del tiempo.

Del total del agua que interviene en la confección del hormigón, una parte es absorbida al interior de los áridos, el resto se denomina agua libre o agua neta. Solo una parte del agua libre reacciona con el cemento, aproximadamente el 25% del peso de este, el excedente se utiliza para proporcionar docilidad a la mezcla y lograr una masa plástica.

El agua libre de amasado, está compuesta por el agua de hidratación más el agua adicional. Esta última no participa en la reacción y posteriormente se evapora, dejando en su lugar poros de aire y genera la retracción hidráulica en proceso de endurecimiento.

La relación agua/cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento (2.4) existentes en el hormigón fresco, es decir, se calcula dividiendo el peso del agua por el peso del cemento contenido en un volumen dado de hormigón.

$$R = \frac{a}{c} \quad (2.4)$$

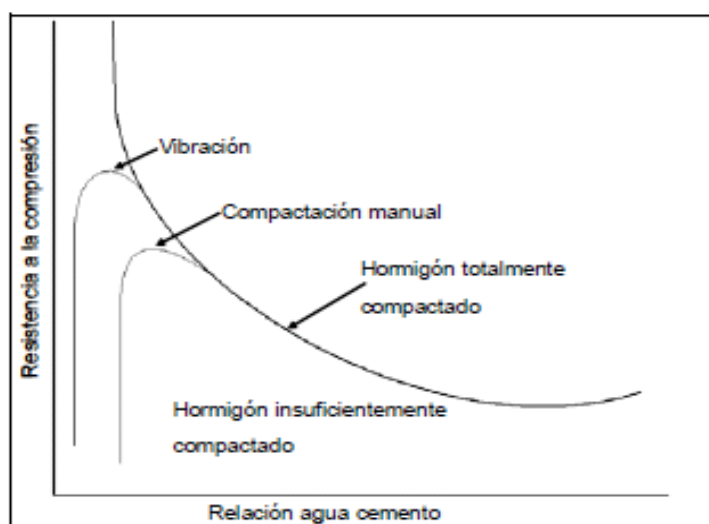
Donde,

R = relación agua/cemento

a = peso del agua

c = peso del cemento

A medida que aumenta el agua libre, mayor es la cantidad de agua que no se combina, al evaporarse el exceso de agua la pasta resulta tanto más porosa mientras más agua se ha empleado, y como consecuencia, su resistencia decrecerá, por otra parte se presenta la retracción hidráulica (figura 3.1). Cuando menor sea la razón agua/cemento, mayor será la resistencia; sin embargo, al emplear razones de agua/cemento muy bajas, la mezcla se hará más seca y difícil de compactar, quedando porosas, al punto que la resistencia empezara a decrecer.



Tesis Marcela Kehr S, 2008

Figura 3.1

Correspondencia entre la Resistencia y Relación Agua/Cemento del hormigón

Abrams demostró que un hormigón perfectamente compactado, en el cual se han empleado buenos áridos y un cemento dado, su resistencia solo depende de la razón agua/cemento.

Nomenclatura de los hormigones.

La nomenclatura usada para especificar los hormigones elaborados está regulada por la Norma Chilena 170, donde se especifica el tipo de hormigón, resistencia, nivel de confianza, tamaño máximo nominal del árido y la docilidad, además Ready Mix incorpora también su nomenclatura a continuación de la que estipula la norma.

Tabla 3.3

Nomenclatura del hormigón según NCh. 170 y Ready Mix

Nomenclatura NCh 170					Nomenclatura Ready Mix			
H	30	90	40	10	31	7	B	MOP
H: tipo de hormigón					31: Tipo de cemento			
30: Resistencia requerida					7: Edad especificada para la resistencia vendida			
90: Nivel de confianza					B: Cond hormigón			
40: Tamaño máximo nominal del árido					MOP: Proy. Especial			
10: Docilidad (cono de asentamiento)								

Norma Chilena NCh. 170 y Ready Mix

A continuación se definirán los parámetros de la nomenclatura de los hormigones

- Tipo de Hormigón: se clasifican de la siguiente forma.
H: resistencia a compresión, en probeta cúbica
HF (P): resistencia a flexo compresión, probeta vigueta
G: resistencia a compresión, en probeta cilíndrica
S: dosis mínima de cemento, no se toma muestra

- Resistencia requerida: las resistencia van desde el H5 a H50, es decir, de 50 a 500 Kg/cm²

- Nivel de confianza: su unidad es el porcentaje y va desde un 80% a 95%, lo niveles de confianza son:
95: que significa que del 100% de las muestras el 5% puede ser defectuoso
90: que significa para el 100% de las muestras el 10% puede ser defectuoso
80: que significa para el 100% de las muestras el 20% puede ser defectuoso

- Tamaño máximo nominal del árido: se clasifican en:
40: Tamaño máximo de 40 mm, correspondiente a grava
20: Tamaño máximo de 20 mm, correspondiente a gravilla.
13: Tamaño máximo de 13 mm, correspondiente a gravilla fina.
10: Tamaño máximo de 10 mm, correspondiente a arena

- Docilidad: Ready Mix las establece por condiciones de colocación
Hormigón bombeable: sobre 10 cm.
Hormigón de pavimentos: 6 y 8 cm.
Hormigón normal: sobre 6 cm.

- Tipo de cemento: Ready Mix trabaja con 2 tipos.
31: cemento Plus, grado alta resistencia, para hormigones \leq H25
32: cemento alta resistencia, para hormigones \geq H30

- Edad especificada para la resistencia vendida
La resistencia pedida a una determinada de días como por ejemplo a 90, 60, 28, 7, 3,1 días
- Condición del hormigón
N: hormigón normal
B: hormigón bombeable
- Proyectos especiales
Son siglas que las que denominan a proyectos especiales y de grandes envergaduras.

Ajuste de cono en obra

El ajuste de asentamiento de cono en obra, es realizado con un aditivo hiperplastificante llamado Tam Cem 64 de Normet, es importante destacar, que las recomendaciones realizadas por Ready Mix, se basan en la experiencia sobre el uso de este aditivo en obras y hormigones de similares condiciones a los elaborados en las plantas, siendo el objetivo principal, mantener la calidad de los hormigones sin alterar sus especificaciones de resistencia y relación agua/cemento. Además que el aditivo utilizado cumple con los requisitos indicados en ASTM C494 para aditivos reductores de agua tipo A y tipo F.

La incorporación de aditivo hiperplastificante en obra, tiene como propósitos los señalados anteriormente, este se debe hacer con la autorización del encargado de obra. Cuando se trate de recuperar el asentamiento de cono que pueda descender por el transporte, esta recuperación se realiza de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 3.4

Ajuste de asentamiento de cono en obra con aditivo TAM CEM 64 para un metro cúbico de hormigón

TIPO DE HORMIGÓN	CONO INICIAL (cm)	DOSIS (lt/m ³)	CONO FINAL (cm)
H5 a H15	2	0,15	4
	2	0,25	6
	4	0,25	8
	6	0,2	8
	6	0,25	10
	8	0,25	12
	10	0,2	12
	10	0,25	14
H20 a H35	2	0,2	4
	2	0,4	6
	2	0,6	8
	6	0,2	8
	6	0,4	10
	8	0,2	10
	8	0,4	12
	10	0,2	12
H40 a H. de pavimento	10	0,4	14
	12	0,4	16
	2	0,2	4
	2	0,4	6
	6	0,2	8
	6	0,4	10
	8	0,2	10
	8	0,4	12
	10	0,2	12
	10	0,4	14
	12	0,4	16

Ready Mix

Para recuperar un hormigón debe tener las siguientes consideraciones antes de incorporar el aditivo hiperplastificante, que el operador mixer debe chequear.

- El hormigón debe tener al menos un asentamiento de cono de 4 cm. y no más de 2 horas desde la salida de la planta (salvo que el hormigón este especificado para un tiempo de mayor duración).
- Para recuperar el asentamiento de cono perdido por el transporte o por estadía en obra, se incorporara aditivo en litros como lo señala la tabla 3.2
- En caso de un nuevo atraso en la descarga, se podrá agregarse una segunda dosis hasta un máximo equivalente al 50% de la dosis agregada la primera adición.
- El aditivo se incorpora diluido en 5 litros de agua.
- Registrar en guía de despacho la cantidad y tipo de aditivo agregado, además de la autorización del encargado de obra.
- Antes de incorporar el aditivo se debe girar la betonera en el sentido de descarga hasta que el hormigón quede en la zona superior.
- Incorporado el aditivo, mezclar a una velocidad de motor entre 1500 a 1600 rpm durante aproximadamente 5 minutos o cuando se asegura la homogeneidad del hormigón

No se debe usar el aditivo en dosis mayores que las señaladas, esto se debe a que se quiere evitar de la segregación de la mezcla.

Hormigones bombeados

Para los hormigones bombeados, Ready Mix utiliza asentamiento de cono de 10 cm. De la misma manera se le recomienda aumentar los asentamientos de cono de los hormigones bombeables según la altura de bombeo y la longitud de la tubería.

Tabla 3.5

Asentamiento de Cono según su longitud y altura.

		Asentamiento de Cono
longitud de tubería	hasta 70 m	10 cm
	71 a 100 m	12 cm
	101 a 200 m	16 cm
	200 o más	18 a 20 cm
altura de bombeo	hasta 25 m	10 cm
	26 a 38 m	12 cm
	39 a 50 m	14 cm
	51 o más	16 cm

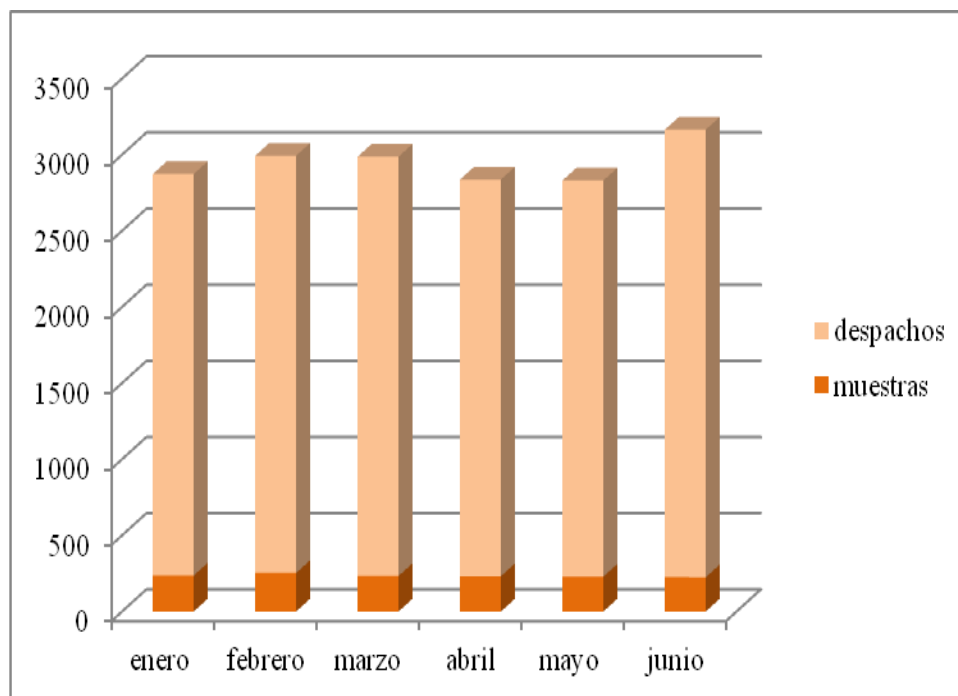
Ready Mix

4. DATOS, ANALISIS Y RESULTADOS

4. DATOS, ANALISIS Y RESULTADOS

La planta Ready Mix Quilicura, cuenta con un subcontrato de transporte, denominado Besalco Maquinarias, los cuales proveen los camiones y personal capacitado (Operadores Mixer). De este subcontrato se recopilaron los datos del primer semestre de año 2013, los que se analizarán a continuación.

En la figura 4.1 se encuentran el número de despachos realizados por la empresa Besalco Maquinarias en los últimos meses, además se indican la cantidad de muestras que se le tomaron a los operadores durante cada mes.



Fuente Propia

Figura 4.1

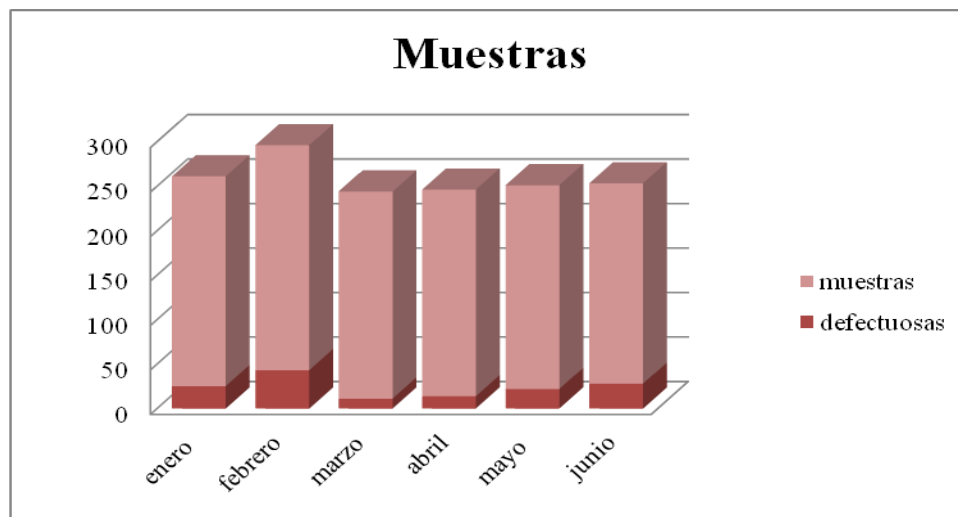
Despachos Besalco Maquinarias en planta Ready Mix

Como se puede identificar, el número de despachos no varía de gran manera, teniendo como una media de 2712 despachos mensuales, que se traducen en una producción de media de 18.963 m^3 , con una disponibilidad de 37 camiones de lunes a sábado.

Las muestras tomadas a los operadores mixer mensualmente son en promedio 234 muestras, en cada una de estas muestras se les realiza el ensayo de Asentamiento de Cono de Abrams y se llenan 3 probetas, las que son ensayadas, una a 7 días y las otras a 28 días.

Las muestras que son ensayadas representan un 8% de los despachos realizados por el personal de Besalco Maquinarias. Las probetas son ensayadas a Compresión, Tracción y Flexotracción, dependiendo del molde de la probeta. La primera probeta es ensayada a los 7 días, y con ello se realiza una proyección de ésta, para saber que resistencia proyectará. A los 28 días son ensayadas las otras dos probetas las cuales se promedian para saber el valor final de la resistencia.

De la figura 4.2, se desprende que de las muestras defectuosas del primer semestre 2013 fueron de 143 muestras de un total de 1408 muestras. De las probetas ensayadas a los 28 días, el 10% de las muestras resultaron defectuosas, es decir, no alcanzaron a los 28 días la resistencia requerida por el cliente.

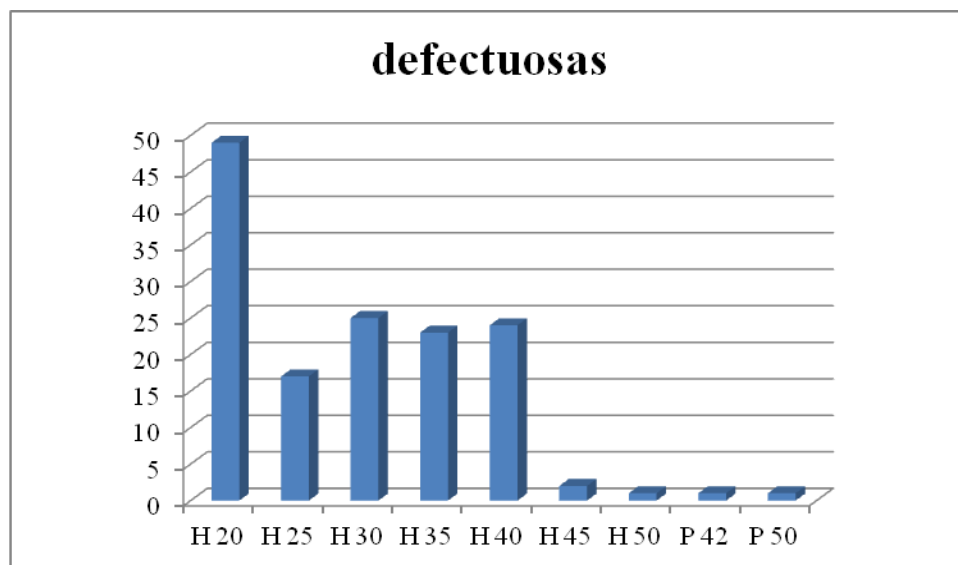


Fuente Propia

Figura 4.2

Muestras Defectuosas a los 28 días

Podemos ver en la figura 4.3, los tipos de hormigones que no alcanzaron a las resistencias requeridas a los 28 días.



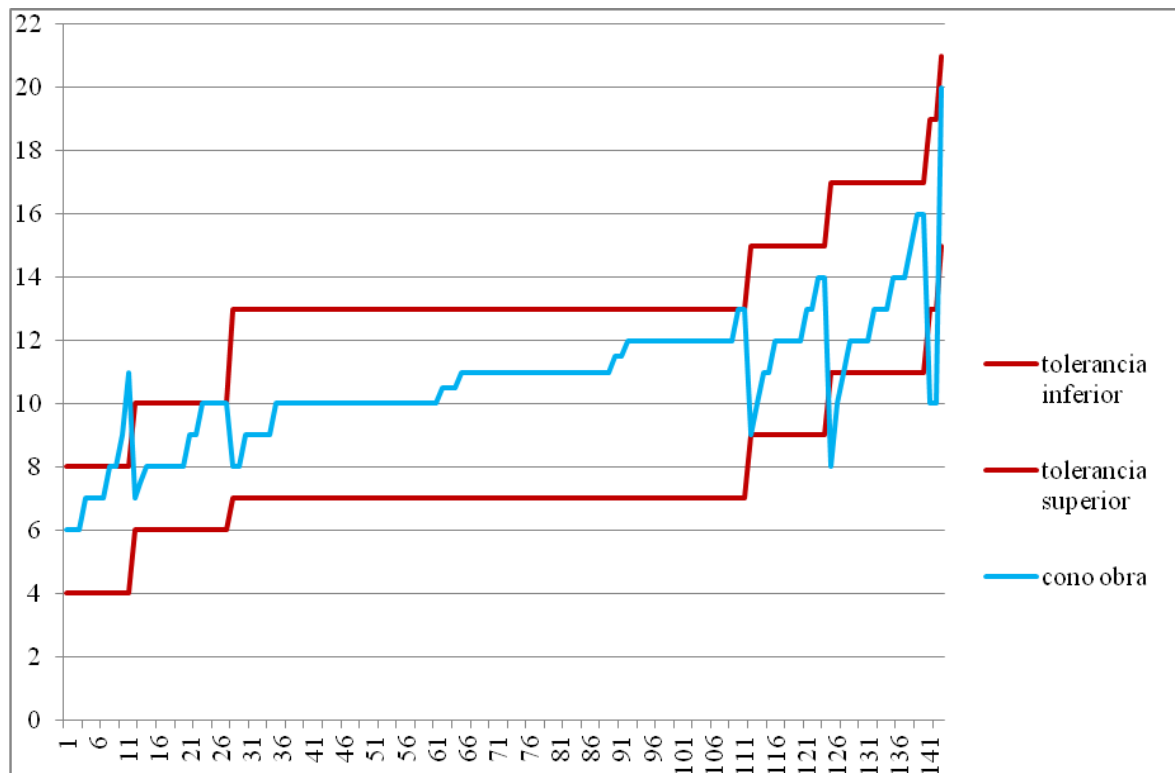
Fuente Propia

Figura 4.3

Hormigones con resistencia defectuosa

De las 143 muestras defectuosas (Anexo A), el 37% son hormigones con resistencia de 200 kg/cm^2 , después están los hormigones H 30, H 35, H 45 con un 17% aproximadamente cada uno.

El asentamiento de cono de las muestras defectuosas está dentro de las tolerancias establecidas por la NCh 170 (ver tabla 3.2), como es representada en la figura 4.4, salvo algunas muestras que están fuera de tolerancia.



Fuente Propia

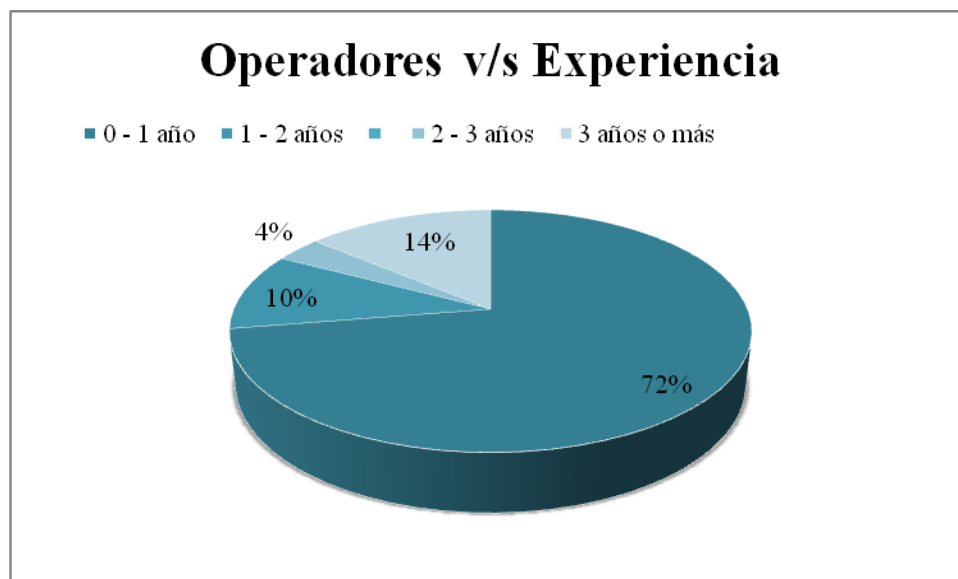
Figura 4.4

Asentamiento de Cono muestras defectuosas

El hormigón que fue muestreado, estaba a cargo de un operador mixer, el cual firmó la papeleta del IDIEM y avaló los resultados obtenidos *in situ*.

En el anexo B se encuentra una tabla con todos los operadores que obtuvieron resistencias defectuosas durante el período de análisis, cabe decir que durante el análisis hubieron operadores mixer, que no continuaron ligados a la empresa subcontratista, por lo que no fueron tomados en cuenta.

Se agruparon los datos de los operadores junto con la cantidad de muestras defectuosas y su tiempo de experiencia como operador mixer. Además se les aplicó una prueba de conocimientos específicos sobre el hormigón para poder vislumbrar los conocimientos sobre éste y si tienen las competencias suficientes, para realizar este trabajo o les hace falta mayor capacitación.



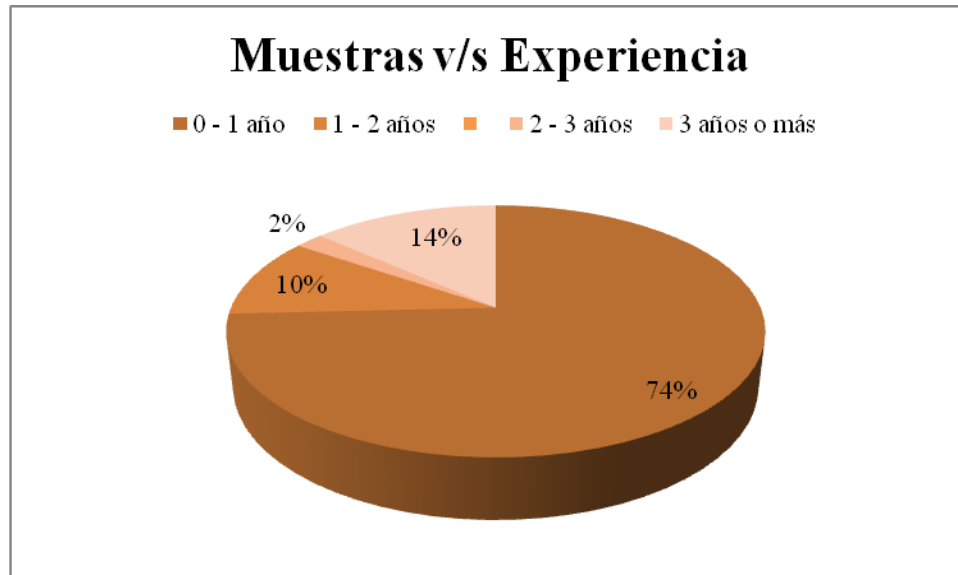
Fuente Propia

Figura 4.5

Operadores Mixer con respecto a su Experiencia Laboral

Los Operadores que obtuvieron resistencias bajas, y además completaron el periodo de análisis, fueron 29 operadores mixer. De estos, el 72% no tienen más de un año de experiencia como operadores mixer, por otra parte, el rango de experiencia más de 3 años en rubro es el 14%, siendo el segundo más alto.

En el rango de experiencia, de menos de un año, es decir el 72% de la figura 4.5, equivalen a 21 operadores mixer, lo que sumando sus muestras defectuosas, representan el 74% de total, tal como se indica en la figura 4.6. Por otra parte, el segundo porcentaje más alto lo obtiene el rango de experiencia de 3 o más años, con un 14%, obteniendo entre los dos rangos, el 88% de todas las muestra defectuosas.



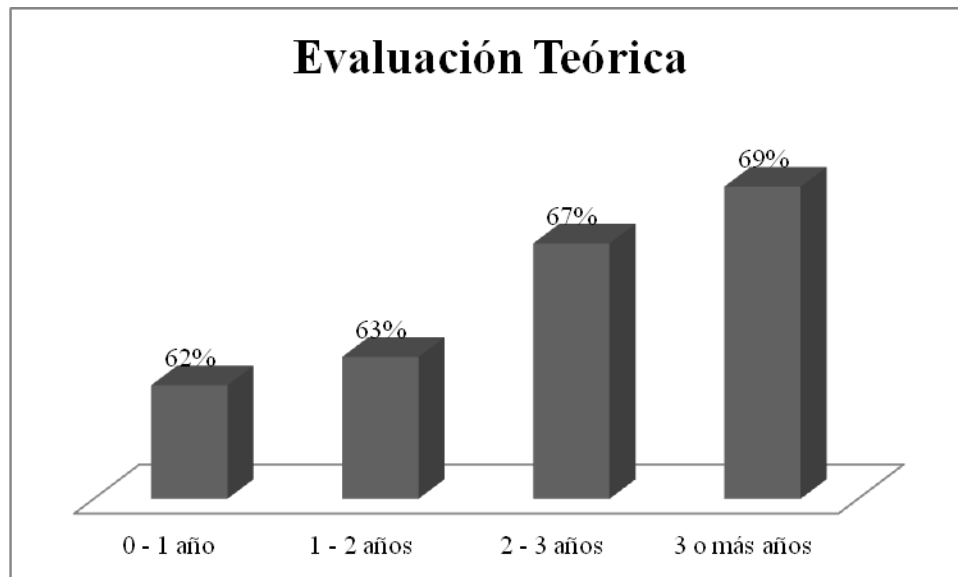
Fuente Propia

Figura 4.6

Muestras Defectuosas con respecto a su Experiencia Laboral

A los operadores se les realizó una evaluación teórica de los conocimientos y los procedimientos a los cuales se enfrentan diariamente. La evaluación consta de 18 preguntas (anexo C), las que están enfocadas a los aditivos, ajuste de cono, toma de asentamiento de cono, tomas de muestras, relación agua/cemento y resistencias mecánicas, además se realizó un pregunta escrita, con el objeto de saber cómo realizaban el ajuste de cono en obra y poder identificar los problemas de conceptos y operación.

Los resultados obtenidos por la evaluación, son de un 63% promedio de aprobación, se pueden observar que a medida el operador tiene más experiencia, sus conocimientos aumentan, como se puede observar en la figura 4.7

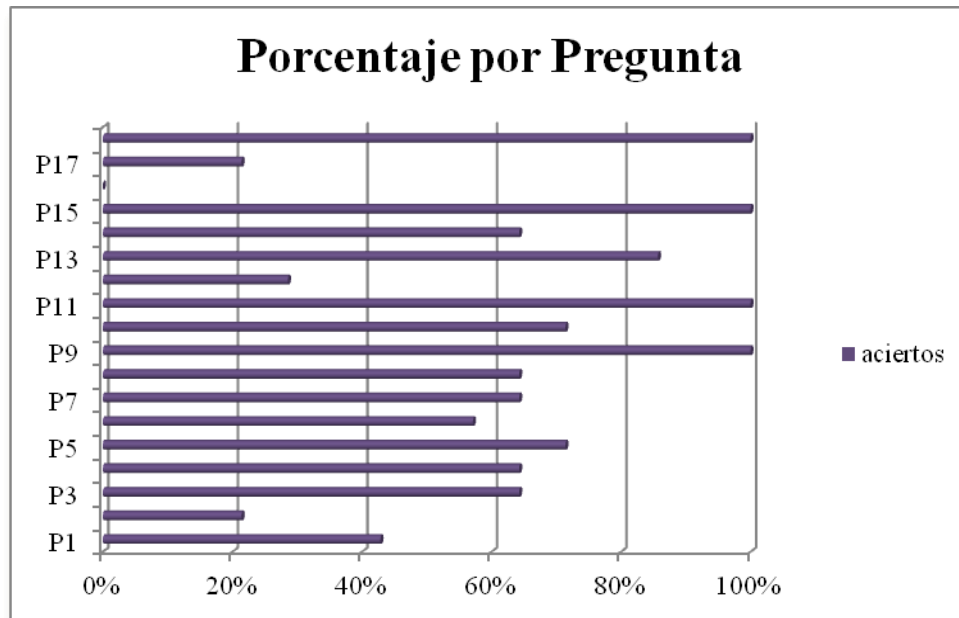


Propia

Figura 4.7

Evaluación Teórica de Operadores Mixer

Al analizar las preguntas de la evaluación y verificando el porcentaje de aciertos por pregunta, los resultado en porcentaje están dados por la figura 4.8



Propia

Figura 4.8

Porcentajes por aciertos por pregunta

Podemos observar que hay 6 preguntas, las que están bajo el 50% de aprobación, las cuales se analizarán, junto con otras preguntas, de las cuales se desprende lo siguiente:

- Pregunta 1: 43% correctas

El 57% erróneo, no sabe que son los controladores de hidratación, y que son utilizados en la planta para retardar el inicio del fraguado de hormigón, este aditivo es el Delvo Estabilizer.

- Pregunta 2: 21% correctas

Del 79% de respuestas erróneas, se puede desprender que los operadores entienden que un aditivo hiperplastificante, reduce la cantidad de agua y aumenta la trabajabilidad pero no saben que aumentan las resistencias.

- Pregunta 3: 64% correctas

El 64% entiende el significado de la relación agua/cemento y sus propiedades, pero 36% respondió que ninguna de las alternativas era correcta, es decir, que no saben el comportamiento de esta relación y la importancia que tiene en la resistencia final.

- Pregunta 6 y 7: 57% y 64% correctas, respectivamente.

Estas preguntas están relacionadas con la toma de asentamiento de cono y de muestras para ser ensayadas en laboratorio, donde queda en manifiesto que falta conocimiento de los pasos que se deben realizar en el momento del ensayo, por otra parte, se vislumbra la falta de fiscalización del operador al momento de hacer el ensayo.

- Pregunta 10 y 11: 71% y 100% correctas, respectivamente

Estas preguntas están relacionadas, ya que los operadores están acostumbrados a tratar diariamente con el nombre del aditivo que ocupan y no saben claramente las características del aditivo que manipulan.

- Pregunta 12: 29% correctas

Si bien es cierto que generalmente trabajan con un tipo de impermeabilizante en la planta Ready Mix Quilicura, es decir, Cave fuga. Pero existe otra marca que también es utilizada.

- Pregunta 16: 0% correctas

La mayoría de las respuestas erróneas, sabían que el tipo de hormigón HF se trata de un pavimento pero no sabían cuál era su resistencia a la Flexotracción.

- Pregunta 17: 21% correctas

El 50% de las respuestas erróneas, respondieron que ninguna era correcta, es decir que no saben que al agregar aditivo plastificante o sea Tam Cem 64 en exceso pueden producir un retardo en el fraguado del hormigón, produciendo que las muestras tomadas para los ensayos de resistencias, salgan defectuosas.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

La investigación realizada a los Operadores Mixer del Contratista Besalco Maquinarias, durante el primer semestre del año 2013 en la planta Ready Mix Quilicura, arrojaron variadas observaciones.

Del análisis realizado con los datos recopilados, se puede afirmar que 1 de cada 100 muestras aproximadamente, presenta problemas con sus resistencias mecánicas finales. Además se observa, que los asentamientos de cono muestreados están dentro del rango de tolerancias permitidas por la norma chilena.

Al separar a los operadores en grupos, según su experiencia en el rubro, se desprende que el mayor porcentaje de muestras defectuosas, fueron los operadores con menor experiencia, siendo este el 74%. Por lo que se puede decir, que no tienen los conocimientos y procedimientos completamente claros y les falta capacitación. Esto se debe que al momento de pasar de ser operador aprendiz a operador mixer, la Evaluación Práctica y Teórica que se les realiza, está enfocada a la conducción del camión, normas de Tránsito, Prevención de Riesgos y por último, Conocimientos y Procedimientos del Hormigón Premezclado, lo que les otorga un 15% de la evaluación en general.

Por otro lado, no puede dejar de sorprender que los operadores con mayor experiencia, sean el segundo grupo de mayor porcentaje de muestras defectuosas, esto se debe, a que dejan pasar por alto alguno de los procedimientos, como por ejemplo el ajuste de cono en obra, ya que no utilizan la tabla de dosificación y finalmente la operación se realiza según el criterio de cada uno.

Si bien el nivel de conocimientos de los operadores se incrementa con el tiempo, el nivel es bajo, siendo que los operadores con mayor experiencia obtuvieron un 69% en la evaluación que se les realizó, que no los separa en gran medida de los que tienen menor experiencia, con un valor del 62%. Siendo que debieran estar por sobre del 90% por la importancia del producto que están entregando.

Dentro de la evaluación realizada se pudieron evidenciar que los operadores saben los nombres de los aditivos y lo que provocan en el hormigón, pero no saben las propiedades y características que pueden producir al dosificarlos, ya que en los resultados de la evaluación la gran mayoría de los operadores no saben que el exceso de aditivo produce retardo en la obtención de la resistencia mecánica final.

Además, la evaluación refleja la falta de supervisión del propio operador al momento que se realizan los ensayos de asentamiento de cono y la toma de muestras para la resistencia en la obra, tomando en cuenta que ellos son los responsables del hormigón que entregan, ya que firman la papeleta del IDIEM y con eso avalan que las muestras están tomadas correctamente.

Lo anterior demuestra que ellos no están presentes al momento que se les está realizando el ensayo, porque prefieren descargar rápidamente, para poder llegar pronto a la planta y así poder hacer un nuevo despacho. Esto además acarrea que las muestras pueden estar mal tomadas y por ende las resistencias finales no son las esperadas.

Finalmente, las empresas dedicadas al hormigón premezclado lo que quieren proporcionar al cliente, es un producto de alta calidad, por ende se realizan los controles y ensayos a diario en las plantas hormigoneras. La empresa de hormigón premezclado al presentar resistencias defectuosas en su producto, pierde credibilidad en el mercado, ya que su producto no es confiable. Por lo que la incidencia sobre el producto final que entregan, depende de las competencias que se le proporcionan al operador mixer, ya que es la variable difícil de controlar y de ahí la importancia de estar capacitando, actualizando y reforzando los procedimientos.

6. BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- CONCRETO PREMEZCLADO VS CONCRETO HECHO EN OBRA, <http://www.imcyc.com/ct2008/oct08/tecnologia.htm>
- EL CONCRETO EN LA PRÁCTICA, CIP 31- pedir ordenes de concreto premezclado, <http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip31es.pdf>
- FEDERACIÓN IBEROAMERICANA DEL HORMIGÓN PREMEZCLADO, 2012, <http://www.hormigonfihp.org/>
- KEHR SCHUSTER, MARCELA, 2008, Estudio comparativo de la razón agua/cemento de la Nch170 y de la tabla 22 razón agua/cemento de vialidad, Valdivia, Chile.
- LEMOS V., VIVIANA, 2010, Propuesta de control de calidad para la fabricación de hormigón premezclado en central hormigonera, aplicando el concepto de trabajabilidad e integración de proveedores y distribuidores, Valdivia, Chile.
- MEJOR CALIDAD Y ESCASEZ DE MANO DE OBRA AUMENTA LA DEMANDA DE HORMIGÓN PREMEZCLADO, 2012, www.semanariotiempo.cl
- NCh 148 Of. 68, "Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales".
- NCh 163 Of. 79, "Áridos para morteros y hormigones. Requisitos Generales".
- NCh 170 Of. 85, "Hormigón. Requisitos Generales".
- NCh 171 EOf. 75, "Hormigón – Extracción de muestras del hormigón fresco".
- NCh 1017 EOf. 75, "Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción".
- NCh 1019 EOf74, "Hormigón – Determinación de docilidad. Método de asentamiento del cono de Abrams".
- NCh 1037 Of. 77, "Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas".
- NCh 1038 Of. 78, "Hormigón – Ensayo de traccion por flexión".
- NCh 1438 Of. 1996, "Hormigón – Agua de amasado. Requisitos".

- NCh 1564 Of 1979, “Hormigón – Determinación de la densidad aparente del rendimiento del contenido de cemento y contenido de aire del hormigón fresco”.
- NCh 1789 Of. 86, “Hormigón – Determinación de la uniformidad obtenida en el mezclado del hormigón fresco”.
- NCh 1934 Of. 92, “Hormigón preparado en central hormigonera”
- NCh 1998 Of. 89, “Hormigón – Evaluación estadística de la resistencia mecánica”.
- NCh 2182 Of. 95, “Hormigón – Aditivos, clasificación y requisitos”.
- PLANTA PRODUCCIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO, <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=029&fdname=NON-METALLIC+MINERAL+PRODUCTS&pagename=Planta+de+produccion+de+concreto+premezclado>
- PLANTA Y PROCESO, http://www.cemexcostarica.com/co/co_pp_ch.html
- ROJAS, JORGE, ¿Por qué no, concreto premezclado?, <http://www.cocipre.com/porque.htm>
- SOCIEDAD BOLIVIANA DE CEMENTO S.A., 2007, Manual de producción de hormigón premezclado para proyectos, <http://www.slideshare.net/ivan160785/cmt-homph001-manual-de-produccion-de-hormign-premezclado-para-proyectos>
- WIKIPEDIA-PLANTA DE HORMIGÓN, http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_de_hormigón

7. ANEXOS

7. ANEXOS

ANEXO A

Tabla de muestras defectuosas de Operadores Mixer

		Conos		Prom	Resist	tiempo
		Req.	Obra	R28	Req.	carga
Fecha	TIPO HORMIGON	Cono H	CONO		fc + k1	1:30:00
30-01-13	H040(90)-40-10-32-28-B-HIDP	10	11	384	400	1:21
05-02-13	H035(90)-20-10-32-28-B	10	11	335	350	1:16
08-02-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	10	187	200	1:19
22-01-13	H035(90)-20-10-32-28-B	10	10	302	350	0:48
31-01-13	H020(90)-20-06-31-28-N	06	6	192	200	1:10
08-01-13	H040(90)-20-10-32-28-B-HIDP	10	10	384	400	1:20
08-02-13	H030(90)-20-10-32-28-B-HIDP	10	12	295	300	0:24
21-03-13	H040(90)-20-10-32-28-B-HIDP	10	12	396	400	1:07
09-01-13	H035(95)-20-10-32-28-B	10	10	327	360	0:54
07-02-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	10	164	200	1:32
04-03-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	10	180	200	
05-01-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	11,5	383	400	1:40
14-02-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	12	386	400	0:44
04-03-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	11	388	400	1:06
18-01-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	13	388	400	0:52
25-02-13	H030(90)-40-08-32-28-N	08	8	270	300	1:03
20-02-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	11	400	400	1:37
18-02-13	H025(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	11	231	250	1:04
04-02-13	H040(90)-40-10-32-28-B-CLARO	10	10	362	400	0:40
25-02-13	H020(90)-40-06-31-28-N	06	9	190	200	1:07
26-01-13	H035(90)-13-12-32-28-B	12	11	301	350	0:58
07-02-13	H040(90)-40-10-32-28-B-CLARO	10	11	354	400	0:37
18-02-13	H020(90)-20-06-31-28-N	06	7	200	200	0:55
07-02-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	11	195	200	1:00
21-02-13	H030(90)-20-10-32-28-B	10	10	279	300	1:16
05-02-13	P050(90)-40-06-32-28-N	06	7	360	390	0:49
27-02-13	H035(95)-20-10-32-28-B	10	11	313	360	2:12
25-01-13	H035(90)-20-08-32-28-N	08	7,5	333	350	0:38
26-01-13	H035(95)-20-10-32-28-B	10	11	315	360	0:44
29-01-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	12	360	400	1:22
07-02-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	14	182	200	1:17
10-01-13	H035(90)-20-10-32-28-B	10	10	342	350	0:50
16-01-13	H040(90)-40-10-32-28-B-CLARO	10	10	381	400	0:52
19-01-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	10	238	250	1:00

11-02-13	H025(90)-40-08-31-28-N	08	10	202	250	0:48
22-03-13	H030(90)-40-10-32-28-B	10	12	291	300	0:50
25-02-13	H030(90)-20-08-32-28-N-HIDP	08	10	290	300	0:29
05-01-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	14	369	400	1:21
06-02-13	P042(90)-40-10-32-28-B	10	12	324	328	0:43
08-02-13	H020(90)-20-06-31-28-N-HIDP	06	6	160	200	2:28
12-02-13	H030(90)-20-10-32-28-B-PADP	10	12	299	300	0:35
22-02-13	H050(90)-40-10-32-28-B	10	12	446	500	1:00
10-01-13	H040(90)-40-10-32-28-B	10	10	395	400	0:55
09-02-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	12	359	400	1:04
12-02-13	H025(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	12	249	250	0:44
31-01-13	H025(90)-20-12-31-28-B	12	12	250	250	0:48
11-03-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	10	369	400	1:30
02-01-13	H045(90)-20-10-32-28-B	10	10,5	425	450	1:25
04-02-13	H040(90)-40-10-32-28-B-CLARO	10	11	386	400	0:35
12-01-13	H040(90)-40-12-32-28-B	12	11	391	400	1:05
07-02-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	7	193	200	1:10
08-02-13	H025(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	12	250	250	0:52
27-02-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	8	168	200	2:15
11-02-13	H045(90)-40-10-32-28-B	10	12	409	450	1:17
10-01-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	10	181	200	1:19
13-02-13	H025(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	12	249	250	1:35
12-02-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	10	196	200	0:43
29-01-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	11	238	250	1:25
08-02-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	10	373	400	0:39
12-02-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	16	191	200	1:32
02-03-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	15	162	200	1:22
05-03-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	8	172	200	1:05
01-02-13	H025(90)-20-06-31-28-N-HIDP	06	6	243	250	0:30
12-02-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	12	391	400	2:08
02-03-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	14	390	400	
11-01-13	H040(90)-20-12-32-28-B-CLARO	12	13	398	400	0:35
11-01-13	H035(90)-20-10-32-28-B	10	11	343	350	0:51
27-02-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	11	183	200	0:55
30-01-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	10,5	238	250	1:16
01-02-13	H030(90)-40-10-32-28-B	10	11,5	300	300	1:46
07-02-13	H040(90)-40-10-32-28-B-CLARO	10	12	381	400	0:33
18-02-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	12	141	200	1:10
07-02-13	H030(90)-40-10-32-28-B	10	12	288	300	0:31
15-02-13	H040(90)-20-10-32-28-B	10	11	359	400	1:15
19-02-13	H035(90)-20-14-32-28-B-CP12-AO14	14	16	345	350	1:14
15-01-13	H035(90)-20-10-32-28-B	10	10	342	350	0:49
25-03-13	H030(90)-40-10-32-28-B	10	11	291	300	0:00
26-03-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	12	229	250	0:38
27-03-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	10	345	350	

08-04-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	13	179	200	
10-04-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	11	274	300	
13-04-13	H025(90)-40-10-31-28-B	10	11	235	250	0:30
15-04-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	10	193	200	1:00
15-04-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	10	197	200	0:50
16-04-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	12	174	200	1:30
19-04-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	9	188	200	2:03
22-04-13	H035(95)-20-10-32-28-B-R322	10	11	346	360	1:30
23-04-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	10	285	300	
23-04-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	8	290	300	0:55
25-04-13	H020(90)-20-06-31-28-N	06	7	192	200	1:15
26-04-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	10,5	195	200	1:30
26-04-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	11	282	300	
30-04-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	12	179	200	1:32
02-05-13	H025(90)-20-08-31-28-N	08	8	205	250	
02-05-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	12	200	200	
03-05-13	H030(90)-20-10-32-28-B-MOP	10	10	287	300	1:00
06-05-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	10	186	200	0:45
07-05-13	H030(90)-20-10-32-28-B-HIDP	10	11	293	300	1:34
09-05-13	H020(90)-40-08-31-28-N	08	10	174	200	0:43
10-05-13	H035(90)-40-10-32-28-B-HIDP	10	9	311	350	
11-05-13	H030(90)-13-12-32-28-B	12	12	296	300	0:26
13-05-13	H020(90)-40-08-31-28-N	08	8	199	200	0:49
13-05-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	10	226	250	1:00
15-05-13	H020(90)-13-16-31-28-B-CP10-AO16	16	10	171	200	
15-05-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	8	342	350	0:58
16-05-13	H020(90)-40-06-31-28-N-HIDP	06	7	173	200	0:38
16-05-13	H020(90)-13-16-31-28-B-CP10-AO16-HIDP	16	10	168	200	1:13
16-05-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	13	248	300	
16-05-13	H030(90)-20-10-32-28-B-EFC	10	12	277	300	
17-05-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	9	336	350	0:53
20-05-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	13	179	200	1:40
20-05-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	14	192	200	0:46
22-05-13	H030(90)-20-08-32-28-N-EFC	08	9	290	300	
24-05-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	10	245	250	0:48
29-05-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	10	349	350	1:05
03-06-13	H035(90)-20-12-32-28-B	12	13	340	350	
12-06-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	12	183	200	1:12
13-06-13	H025(90)-20-10-31-28-B	10	11	246	250	0:50
14-06-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	11	189	200	1:27
17-06-13	H020(90)-20-10-31-28-B-HIDP	10	10	196	200	0:54
17-06-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	10	348	350	1:05
18-06-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	9	311	350	0:53
18-06-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	11	328	350	

18-06-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	8	193	200	1:00
19-06-13	H020(90)-20-06-31-28-N	06	8	177	200	
19-06-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	9	166	200	0:30
20-06-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	14	164	200	
20-06-13	H030(90)-20-10-32-28-B	10	11	288	300	1:13
20-06-13	H030(90)-20-10-32-28-B	10	10	274	300	0:40
21-06-13	H030(90)-20-06-32-28-N	06	11	256	300	1:02
24-06-13	H025(90)-40-06-31-28-N	06	8	225	250	1:18
24-06-13	H030(90)-20-10-32-28-B	10	11	257	300	0:55
24-06-13	H020(90)-40-10-31-28-B	10	11	147	200	1:14
24-06-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	9	156	200	0:50
25-06-13	H030(90)-20-12-32-28-B	12	12	292	300	
25-06-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	13	172	200	0:25
25-06-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	8	176	200	1:08
26-06-13	H020(90)-20-10-31-28-B	10	10	175	200	1:03
26-06-13	H020(90)-20-08-31-28-N	08	8	187	200	0:55
27-06-13	H030(90)-20-18-31-28-B-D4.0	18	20	267	300	0:51
27-06-13	H035(90)-20-12-32-28-B	12	9	341	350	0:37
27-06-13	H020(90)-20-14-31-28-B-CP08-AO14	14	12	184	200	0:45
28-06-13	H035(90)-40-10-32-28-B	10	10	338	350	0:28

ANEXO B**Tabla de operadores con resistencias defectuosas y experiencia laboral**

Operador	Resist. Defectuosas	Situación actual	Ult. Defectuosa	Antigüedad(meses)
A.R.	5	operativo	20-Jun	7
C.R.	2	no operativo	12-Jun	5
C.V.	6	no operativo	25-Mar	10
C.C.	1	no operativo	07-Feb	5
C.A.	4	operativo	27-Jun	20
C.M.	10	operativo	26-Jun	9
C.M.F.	2	operativo	24-May	7
C.M.S.	6	operativo	14-Jun	9
E.O.	2	no operativo	04-Feb	4
E.N.	5	operativo	28-Jun	45
F.A.	1	operativo	22-Ene	7
F.R.C.	4	operativo	20-Jun	9
F.R.R.	3	operativo	18-Jun	7
F.E.	1	operativo	16-May	7
G.C.	4	operativo	19-Jun	6
H.C.	1	operativo	18-Ene	68
H.G.	2	no operativo	26-Ene	6
H.V.	1	operativo	27-Jun	5
J.B.	6	operativo	17-May	68
J.Bu	4	no operativo	18-Jun	7
J.P.	2	operativo	26-Jun	15
J.C.	2	operativo	17-Jun	30
J.I.	1	operativo	10-May	59
J.Q.	3	no operativo	26-Jun	18
J.Cu.	5	operativo	25-Jun	8
L.B.	2	operativo	19-Abr	9
M.Ch.	3	operativo	21-Jun	8
M.C.	2	operativo	20-May	7
M.S.	2	no operativo	05-Mar	5

Operador	Resist. Defectuosas	Situación actual	Ult. Defectuosa	Antigüedad(meses)
M.P.	3	operativo	08-Feb	8
M.Z.	1	no operativo	15-Ene	7
M.T.A.	2	operativo	17-Jun	9
M.T.C.	4	operativo	16-May	8
M.M	6	operativo	25-Jun	11
N.C.	1	operativo	27-Mar	8
N.F.	2	no operativo	27-Feb	10
O.G.	2	no operativo	24-Jun	6
O.V.	1	no operativo	14-Ene	55
P.M.	4	operativo	03-Jun	14
R.V.	1	no operativo	06-May	36
R.C	8	operativo	27-Jun	8
R.C.	3	no operativo	11-May	10
S.C.	4	operativo	15-May	12
V.V.	5	no operativo	16-May	7
V.A.	3	no operativo	08-Feb	7

ANEXO C**Evaluación de conocimientos de Operadores Mixer Ready Mix Planta Quilicura****1. Que tipos de aditivos se usan en la planta:**

- a) Hiperplastificantes
- b) Retardadores de fraguado
- c) Controladores de hidratación
- d) Todas anteriores
- e) a y b son correctas

2. Que características tiene el aditivo hiperplastificante:

- a) Reduce la cantidad de agua
- b) Aumenta la trabajabilidad
- c) Aumenta las resistencias mecánicas
- d) Solo a y b
- e) Todas las anteriores

3. Que significa la relación agua/cemento:

- a) Que a mas agua, mayor resistencia
- b) Menos agua, mayor resistencia
- c) Más agua mayor trabajabilidad
- d) Ninguna de las anteriores

4. En el mezclado del hormigón, cual es la falsa:

- a) El tiempo de mezclado es de 5 minutos máximo
- b) Busca dar homogeneidad a la mezcla
- c) Se debe verificar su docilidad
- d) Tiempo de mezclado es de 1 minuto por metro cubico de hormigón

5.Cuál o Cuáles son las tolerancias de cono para su recepción.

- a) ± 3 puntos para cualquier cono
- b) ± 3 puntos para cono desde 10 en adelante
- c) ± 2 puntos para cono entre 3 y 9 cm.
- d) b y c son correctas
- e) Ninguna de las anteriores

6. Que precauciones se debe tener cuando le toman el cono en obra:

- a) La toma de la muestra entre el 90% y 10% de la descarga
- b) El ensayo debe estar sobre una superficie horizontal, sin vibraciones
- c) Se debe demorar entre 5 a 10 segundos en levantar el molde
- d) Todas las anteriores
- e) a y b son correctas

7. Cuando se toma el ensayo de cono de abrams en obra:

- a) Se para la descarga y observar cómo se realiza el ensayo
- b) Ver que las probetas sean puestas en un lugar adecuado
- c) Las probetas deben ser compactadas y rasadas
- d) b y c son correctas
- e) Todas son correctas

8. Como se hace el ajuste de cono en obra, cuales es la falsa

- a) Se ocupa un plastificante
- b) Se dosifica el aditivo dependiendo lo que se requiere ajustar
- c) Se ajusta con agua
- d) Depende del hormigón que se quiera ajustar
- e) Todas son verdaderas

9. En el hormigón el cono indica:

- a) El asentamiento medido en milímetros.
- b) El asentamiento medido en centímetros.
- c) El asentamiento medido en pulgadas.
- d) No tiene medida
- e) Ninguna de las anteriores

10. Cualquier ajuste de cono fuera de la planta se debe realizar con:

- a) Agua.
- b) Aditivo súper plastificante.
- c) Aditivo impermeabilizante.
- d) Aditivo retardador de fraguado
- e) Ninguna de las anteriores

11. El aditivo que se utiliza para levantar o recuperar el cono se llama:

- a) Delvo estabilizar.
- b) Tam-cem 64c.
- c) Cave fugo.
- d) Mira BB65
- e) Ninguna de las anteriores

12. Que aditivo se utiliza como impermeabilizante:

- a) Tam-cem 64c.
- b) Pozzoloth S-55
- c) Cave fugo
- d) Sika 1
- e) c y d son correctas

13. Que aditivo retarda el proceso de fraguado en el hormigón?

- a) Viscocret 5100
- b) Pozzoloth S-55
- c) Delvo estabilizer.
- d) Ninguna de las anteriores
- e) a y c son correctas

14. Que puede provocar que una resistencia sea menor a la requerida

- a) adición de agua
- b) muestras mal tomadas
- c) cono pasado

- d) todas las anteriores
- e) a y c son correctas

15. De quien es la responsabilidad sobre la resistencia del hormigón

- a) Jefe de obra
- b) Personal de la planta
- c) Operador mixer
- d) Laboratorista
- e) Jefe de planta

16. que significa un HF (50) 90 40 10

- a) un hormigón pobre, con cono 10
- b) un pavimento con Resistencia de 50 Kg/cm²
- c) un pavimento con resistencia de 500 Kg/cm²
- d) un hormigón pobre, tamaño árido 40 y nivel de confianza 90
- e) ninguno de los anteriores

17.Cuál de estas afirmaciones esta correcta?

- a) el exceso de aditivo plastificante produce un retardo de fraguado
- b) se puede levantar el cono las veces que se requiera
- c) se puede agregar agua al hormigón para mejorar su trabajabilidad
- d) entre más baja la razón agua/cemento, menor resistencia
- e) ninguna es correcta

18. Que es lo que se tiene que registrar en la guía de despacho

- a) hora de llegada a obra

- b) cantidad de adición de aditivo
- c) hora de estadía
- d) firma de recepción
- e) todas las anteriores

19. Como realiza en obra la recuperación o levantamiento de cono

Se realiza según el procedimiento de ajuste de cono con el aditivo superplastificante Tam Cem 64 y en las dosificaciones que son entregadas por Ready Mix, están son disueltas en 5 litros de agua.